

А. А. ПОНОМАРЕВ · Б. К. ИЕРОПОЛЬСКИЙ

Подвижной состав

и

сооружения городского электро- транспорта

ИЗДАТЕЛЬСТВО
· ТРАНСПОРТ ·

А. А. ПОНОМАРЕВ, Б. К. ИЕРОПОЛЬСКИЙ

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И СООРУЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

*Допущено
Управлением кадров и учебных заведений
МЖКХ РСФСР в качестве учебника
для учащихся техникумов по специальности
«Эксплуатация, ремонт и энергоснабжение
городского электротранспорта»*



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1981

SCANNED by E69 2009

Пономарев А. А., Иеропольский Б. К. Подвижной состав и сооружения городского электротранспорта. Учебник для техникумов городского электротранспорта. — М.: Транспорт, 1981 — 274 с.

В книге приведены основные характеристики эксплуатируемых в СССР трамвайных вагонов и троллейбусов, рассмотрены конструкции кузовов, ходовых частей, тяговых передач, тормозного оборудования. Освещены вопросы устройства и принципы работы электрического оборудования и электрических цепей. Приведены основные сведения о действующей системе технического обслуживания и ремонта подвижного состава и используемых для этих целей сооружений городского электротранспорта.

Книга утверждена в качестве учебника для учащихся техникумов по специальности «Эксплуатация, ремонт и энергоснабжение городского электротранспорта». Она может быть также полезной инженерно-техническим работникам и квалифицированным рабочим, связанным с ремонтом и эксплуатацией трамвайных вагонов и троллейбусов.

Ил. 172, табл. 15, библиогр. 7 назв.

Книгу написали: А. А. Пономарев главы I—VIII, XIV—XVI; Б. К. Иеропольский главы IX—XIII.

Рецензенты: инж. К. В. Ивин, преподаватель В. И. Пахомова.

В последние десятилетия в Советском Союзе происходит быстрый рост городов благодаря притоку населения из сельской местности, а также естественному его приросту.

Характерной особенностью быстрорастущего современного города является размежевание городской территории на обособленные промышленные и жилые массивы. В городах возводятся крупные спортивные комплексы, культурные и торговые центры, в пригородах возникают зоны массового отдыха трудящихся.

Эти обстоятельства в значительной мере повышают потребность жителей городов в перемещениях, приводят к быстрому росту так называемой «транспортной подвижности» населения.

Транспортная подвижность населения определяется усредненным числом поездок, совершаемых каждым жителем города в течение года на различных видах городского пассажирского транспорта.

Удовлетворить растущие потребности горожан в перемещениях должна хорошо развитая система городского пассажирского транспорта. В Советском Союзе развитие и совершенствование городского пассажирского транспорта относится к числу первоочередных задач социального и народнохозяйственного значения.

Для каждого города с населением (на ближайшую перспективу) 250 тыс. человек и более разрабатывается и утверждается комплексная схема развития различных видов городского пассажирского транспорта, включая разработку мероприятий по развитию улично-дорожной сети и искусственных инженерных сооружений (мостов, путепроводов, пешеходных переходов в разных уровнях и т. д.).

Для успешного решения проблемы транспортного обслуживания городского населения комплексными транспортными схемами предусматривается полное обеспечение потребности населения в перевозках, снижение времени на передвижение и в первую очередь поездок на работу и с работы, повышение комфортабельности перевозок, в том числе по степени наполнения подвижного состава в утренние и вечерние часы «пик», а также снижение шума и загазованности воздушного бассейна городов, создаваемых транспортными средствами.

Коротко остановимся на методике решения поставленных задач. В целях полного обеспечения потребностей населения в перевозках планом экономического и социального развития предусматривается ежегодное выделение капитальных вложений на новое строительство трамвайных и троллейбусных линий, линий метрополитена, городских дорог и организацию новых автобусных маршрутов, а также на приобретение нового подвижного состава для всех видов городского пассажирского транспорта. В 1977 г. к городам Москве, Ленинграду, Киеву, Баку, Тбилиси и Харькову, имеющим метрополитен, добавился Ташкент, где накануне 60-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции вступила в строй первая очередь метрополитена. В 1980 г. вступил в строй метрополитен в г. Ереване.

Ежегодно расширяется сфера применения троллейбуса — только в Российской Федерации каждый год в трех-четырех городах вводится троллейбусное движение, а в городах, имеющих троллейбусный транспорт, строятся новые линии, удлиняются действующие маршруты. Продолжает развиваться и трамвайный транспорт. Наряду со строительством обычных трамвайных линий в последнее десятилетие в ряде городов строятся линии скоростного трамвая, на которых благодаря прохождению перекрестков в различных уровнях и увеличению расстояний между остановками скорость сообщения возрастает против обычного трамвая примерно в 2 раза.

Градостроительными нормативами предусматривается на ближайшие годы довести плотность улично-дорожной сети (пригодной для прохождения маршрутов городского пассажирского транспорта) до 2,5 км на 1 км² городской территории против 1,8 км в настоящее время. Увеличение плотности маршрутной сети позволит сократить время на пешеходные передвижения между местом жительства и остановками общественного транспорта. Для сокращения же общего времени на передвижения, особенно на работу и с работы, принимаются меры по сокращению времени ожидания транспорта на остановках и повышению скорости движения по маршрутам.

Чтобы сократить время ожидания транспорта на остановках, необходимо повысить частоту и улучшить регулярность движения подвижного состава. Повышение частоты движения достигается увеличением насыщения линий подвижным составом. Определяющее влияние на эффективность использования транспортных средств и качество обслуживания населения оказывает расписание движения. Если обеспечить соблюдение расписания, установленных интервалов движения, то время ожидания на остановках будет значительно сокращено.

При хорошем развитии маршрутной сети городского пассажирского транспорта и достаточном числе единиц подвижного состава повышение скорости сообщения, снижение наполняемости подвижного состава и повышение комфортабельности перевозок будет определяться, в основном, уровнем диспетчерского управле-

ния движением. Для его совершенствования в настоящее время осуществляется строительство центральных диспетчерских станций (ЦДС), оснащенных современными средствами автоматики и связи, в отдельных городах создаются автоматизированные системы управления движением городского пассажирского транспорта (АСУД).

Говоря о комфортабельности перевозок, нельзя не учитывать уровень шума и загазованности как внутри пассажирского салона, так и на остановках общественного транспорта. В этом отношении значительные преимущества на стороне электрического городского пассажирского транспорта, что также учитывается проектировщиками при разработке комплексной транспортной схемы для каждого конкретного города.

Авторы выражают благодарность рецензентам: инженеру К. В. Ивину и преподавателю техникума В. И. Пахомовой за ценные советы при работе над рукописью.

Замечания и предложения по книге будут приняты авторами с благодарностью, просим их направлять по адресу: Москва, 107174, Басманный тупик, 6а, издательство «Транспорт».

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

§ 1. Роль общественного пассажирского транспорта в современном городе

В городах Советского Союза объем пассажирских перевозок всеми видами транспорта превышает 50 млрд. человек в год. Из этого объема около 6% перевозок осуществляется индивидуальными легковыми автомобилями и такси, а остальная часть — различными видами массового общественного транспорта: метрополитенами, трамваями, троллейбусами, автобусами и частично железнодорожным и водным транспортом и фуникулерами.

Общественный пассажирский транспорт является неотъемлемой частью единой структуры всего городского хозяйства, непосредственно влияющей на условия работы и жизни трудящихся.

Наличие и степень развития общественного транспорта определяют возможность нормальной жизнедеятельности города.

В настоящее время общественный пассажирский транспорт осуществляет перевозки пассажиров во всех, без исключения, городах СССР.

Старейшим видом городского общественного пассажирского транспорта является трамвай. В 1980 г. трамвайное сообщение имелось в 110 городах СССР. В таких крупных городах, как Ленинград, Свердловск, Куйбышев, трамвай осуществляет более 40% общего объема пассажирских перевозок.

Таблица I

Вид транспорта	Вместимость транспортной единицы, пасс.	Потребная площадь улицы на одного пассажира, м ²	
		в состоянии покоя	при движении (v = 50 км/ч)
Скоростной трамвай	270 (100% наполнения)	0,34	1,56
	108 (40% наполнения)	0,84	3,90
Автобус	86 (100% наполнения)	0,41	3,47
	34 (40% наполнения)	1,03	8,77
Легковой автомобиль	4 (полное наполнение)	3,75	59,30
	1,4 (среднее наполнение)	10,70	169,00

С 1933 г. в Советском Союзе начал развиваться троллейбусный транспорт. В 1980 г. троллейбус работал в 158 городах. Троллейбусный транспорт пользуется большой популярностью в наших городах и во многих из них, например, в Калуге, Рязани, Новороссийске, выполняет более 70% общего объема пассажирских перевозок.

Во многих городах и в большинстве рабочих поселков функционируют автобусы. Растет число такси, служебных и личных легковых автомобилей.

Максимальные удобства передвижения, полная автономность сделали легковой автомобиль в ряде стран одним из наиболее массовых средств передвижения населения.

Однако легковые автомобили, как в состоянии покоя, так и особенно, при движении на сети уличных магистралей требуют значительно больших площадей улицы сравнительно с общественными видами транспорта (табл. I), что объясняется необходимостью соблюдать интервал между движущимися транспортными средствами, достаточный для экстренной остановки при возникновении опасности для движения. Поэтому возрастающее насыщение городов легковыми автомобилями потребует решения ряда градостроительных вопросов, связанных с проведением дорогостоящих работ по расширению существующих магистральных улиц, реконструкции площадей и центральных районов городов.

Не в пользу индивидуального транспорта и тот факт, что при выполнении одинакового объема перевозок легковые автомобили в 12—15 раз увеличивают загрязнение воздушного бассейна города по сравнению с автобусами.

Исходя из этих соображений, при разработке основных направлений развития городского пассажирского транспорта считают, что наличие автомобилей личного пользования и ожидаемый значительный рост насыщения ими городов СССР не окажет сколько-нибудь заметного влияния на потребность в транспортных средствах общего пользования. Преобладающая роль общественного пассажирского транспорта во внутригородском сообщении сохранится и на перспективу с некоторым увеличением доли таксомоторов и индивидуальных автомобилей (ориентировочно до 15...18%). Однако степень развития общественного пассажирского транспорта должна быть такова, чтобы он мог полностью обеспечить весь объем перевозок населения с трудовыми целями в наиболее напряженный (межотпускной) зимний период.

§ 2. Преимущества городского электротранспорта по сравнению с автобусом и перспективы его развития

Метрополитен является внеуличным видом городского транспорта. Он обладает наибольшей провозной способностью из всех существующих видов городского транспорта и планируется для использования в городах с населением свыше 1200 тыс. чел. на

направлениях с устойчивыми пассажиропотоками, превышающими 25 тыс. пассажиров в час.

Скоростной трамвай, отличительными чертами которого является пересечение линий в разных уровнях с пешеходным и транспортным движением, проектируется в городах с населением более 500 тыс. чел. на направлениях с пассажиропотоками от 10 до 25 тыс. пассажиров в час.

Обычный трамвай имеет широкое распространение в Советском Союзе. Рационально используется как основной вид транспорта во многих городах на направлениях с пассажиропотоками от 4 до 12 тыс. пассажиров.

Троллейбус используется на направлениях с пассажиропотоками от 3 до 8 тыс. пассажиров в час в качестве основного вида транспорта или как подвозящего к линиям скоростного рельсового транспорта.

В табл. 2 приведены объемы перевозок пассажиров по видам транспорта за 1979 г. Окончательный выбор тех или иных видов транспорта и распределение между ними объемов перевозки пассажиров по данному конкретному городу производится в процессе разработки комплексной транспортной схемы с учетом его предстоящего развития путем разработки и технико-экономического сравнения нескольких вариантов. Себестоимость перевозки пассажиров электротранспортом ниже, чем автобусным транспортом, так как автобусы расходуют дорогое и дефицитное жидкое топливо; надежность тяговых двигателей выше, чем двигателей внутреннего сгорания, а обслуживание значительно проще. Трамваи и троллейбусы имеют больший срок службы, чем автобусы, и при движении создают меньший шум и не загрязняют воздушный бассейн. Последнее обстоятельство особенно необходимо учитывать, так как в настоящее время загрязнение воздуха в крупных городах СССР в местах интенсивного движения превышает установленные нормы. В значительной мере источниками загрязнения воздуха являются автомобили, высокая токсичность их выхлопных газов. Поэтому в последние годы все в большей степени отдается предпочтение развитию в городах трамвая и троллейбуса.

Научные и конструкторские коллективы работают над дальнейшим совершенствованием трамвая и троллейбуса, созданием подвижного состава особо большой вместимости: сочлененных троллейбусов и трамвайных вагонов. Разработаны и проходят испытания тиристорно-импульсные системы управления трамвайными вагонами и троллейбусами. Внедрение нового подвижного состава значительно сократит расход электроэнергии, повысит провозную способность линий, поможет решить задачу полного обеспечения потребностей населения в перевозках, повышения их качества и комфортабельности.

Таблица 2

Вид транспорта	Число городов	Число перевезенных пассажиров, млрд. чел.	Процент к общему объему
Метрополитен	7	3,68	7,5
Трамвай	110	8,30	17,0
Троллейбус	158	8,95	18,0
Автобус	Более 2300	28,50	57,5
Всего		49,43	100,0

ТИПЫ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ И ТРОЛЛЕЙБУСОВ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

§ 3. Типы и основные характеристики трамвайных вагонов

Трамвайный вагон представляет собой движущийся по рельсовому пути экипаж, приводимый в движение тяговыми двигателями, получающими энергию от энергосистем через контактный провод при помощи специального токоприемника. По назначению трамвайные вагоны подразделяют на пассажирские, грузовые и специальные.

По числу осей пассажирские вагоны подразделяют на двух-, четырех-, шести-, восьми- и двенадцатиосные.

Двухосные вагоны КТМ-2, КТП-2 до 1968 г. изготавливал Усть-Катавский вагоностроительный завод, с 1968 г. их производство прекращено, однако в ряде городов они еще продолжают эксплуатироваться. Четырехосные вагоны составляют в настоящее время в нашей стране большую часть эксплуатируемого парка вагонов.

Усть-Катавский вагоностроительный завод в 1968 г. приступил к серийному выпуску четырехосных вагонов КТМ-5М. Обшивка кузова этого вагона была полностью изготовлена из стеклопластика. Впоследствии с 1973 г. в целях повышения противопожарной безопасности завод приступил к выпуску вагонов КТМ-5МЗ с металлической обшивкой кузова, повышенной тепловой мощностью пуско-тормозных резисторов и некоторыми другими конструктивными усовершенствованиями (рис. 1). В скором времени будет изготавливаться вместо вагона КТМ-5МЗ вагон КТМ-6. Он имеет эстетически более современную конфигурацию кузова, новую более простую и надежную в эксплуатации конструкцию соленоидного привода барабанного тормоза, улучшенную конструкцию токоприемника, осей колесных пар, пульта управления и некоторых других узлов и деталей.

Рижский вагоностроительный завод (РВЗ) с 1960 г. выпускает четырехосные вагоны РВЗ-6, позднее РВЗ-6М, а с 1975 г. — РВЗ-6М2.

Последний вагон отличается от предшествующих тем, что он приспособлен для работы по системе многих единиц, т. е. в поезде, сформированном из двух моторных вагонов, работающих в режиме тяги, но управляемых одним водителем из кабины головного вагона. В 1975—1976 гг. рижскими вагоностроителями впервые в отечественной практике трамвайного вагоностроения

изготовлены пятнадцать опытных вагонов РВЗ-7 с тиристорно-импульсной системой управления, которые проходят опытную эксплуатацию.

Ленинградский завод по ремонту городского электрического транспорта (ЗРГЭТ) в 1933 г. приступил к изготовлению моторных и прицепных четырехосных вагонов ЛМ-33 и ЛП-33, а с 1949 г. перешел на выпуск четырехосных вагонов с металлическим кузовом ЛМ-49 и ЛП-49. В 1957 г. завод освоил изготовление четырехосного вагона ЛМ-57 с полуавтоматической системой управления, с 1968 по 1973 г. изготавливал вагоны ЛМ-68, с 1973 г. выпускает четырехосные вагоны ЛМ-68М.

Четырехосные моторные вагоны поставляются в СССР из Чехословакии, изготавливают их заводы объединения ЧКД Прага. С 1957 по 1959 г. поставлялись вагоны Т-1, затем по 1962 г. вагоны Т-2 и с 1963 г. поставляются вагоны Т-3. С 1972 г. для городов, имеющих суженную колею трамвайных путей (1000, 1067 мм), поставляются вагоны Т-4СУ.

Шестиосные вагоны пока слабо распространены на трамвайных линиях Советского Союза. В 1967 г. из Чехословакии была получена партия шестиосных моторных вагонов К-2 с тремя двухосными поворотными тележками и шарнирно-сочлененным кузовом, с расположением сочленения над средней необмоторенной (поддерживающей) тележкой. Дальнейшая поставка этих вагонов была прекращена из-за конструктивных недостатков в средней тележке. В 1966—1967 гг. ЗРГЭТ было изготовлено четыре шестиосных сочлененных вагона, которые успешно эксплуатируются в Ленинграде. Восьми- и двенадцатиосные трамвайные вагоны имеются в некоторых зарубежных странах. В Советском Союзе подобные вагоны не изготавливаются.

По конструкции пассажирские трамвайные вагоны подразделяются на моторные и прицепные, а также на вагоны с жестким кузовом или с шарнирно-сочлененным кузовом. В настоящее время

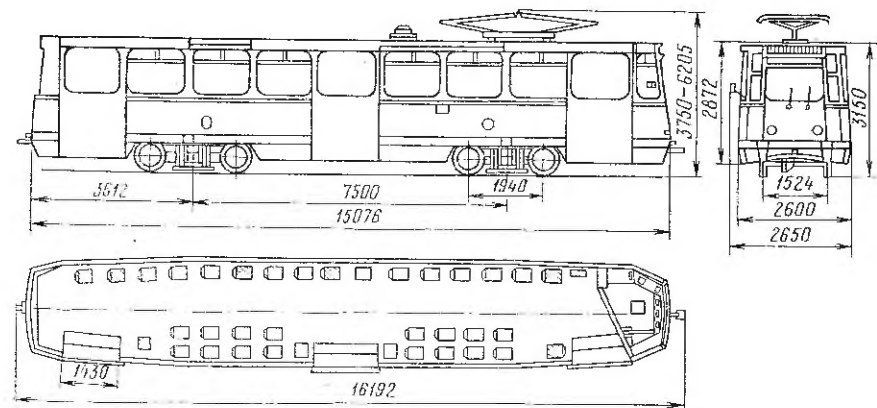


Рис. 1. Четырехосный трамвайный вагон КТМ-5МЗ

Таблица 3

Показатели	Характеристики четырехосных трамвайных вагонов типа			
	РВЗ-6М	КТМ-5МЗ	ЛМ-68М	Т-3
Длина вагона по сцепкам, мм	14 080	15 076	15 350	15 104
Длина кузова по наружной обшивке, мм	13 900	15 000		14 004
Ширина кузова по наружной обшивке, мм	2 550	2 600	2 550	2 500
Высота вагона от головки рельса до верхней точки обшивки крыши, мм	3 150	3 150	3 150	3 060
Высота нижней ступеньки от головки рельса (под тарой), мм	320	300	300	300
База вагона, мм	6 600	7 500	7 500	6 400
База тележки, мм	1 940	1 940	1 940	1 900
Тип тягового двигателя	ДК-259Д	ДК-259Г	ДК-259Г7	ТЕ-022
Номинальная (часовая мощность), кВт	43	45	45	45
Число мест для сидения	37	46/35	35	38
Вместимость при нормальном (5 чел/м ²) наполнении, чел.	119	107/123*	115	115
Вместимость при максимальном (8 чел/м ²) наполнении, чел.	169	143/175*	163	162
Свободная площадь пола для стоящих пассажиров, м ²	16,5	12,2/17,5*	16	15,5
Конструкционная (максимальная) скорость, км/ч	75	75	75	72/57**
Установившаяся скорость при нормальной нагрузке на горизонтальном участке пути, км/ч	65	65	65	65/50**
Среднее ускорение разгона при номинальной нагрузке, м/с ²	1,2	1,5	1,4	1,7
Среднее замедление при служебном торможении, м/с ²	1,3	1,52	1,2	1,4
Наибольшее замедление при экстренном торможении, м/с ²	3,0	3,7	2,9	3,7
Масса порожнего вагона (тары), т	16,5	18/18,9*	19	17

* В числителе — при 46 сидящих пассажирах, в знаменателе — при 35.

** В числителе — при передаточном отношении редуктора 1:7,36 и 1:7,43; в знаменателе — при передаточном отношении 1:9,36.

в СССР изготавливаются пассажирские трамвайные вагоны только моторные, четырехосные с жестким кузовом.

Грузовые вагоны получили значительное распространение как вспомогательный грузовой транспорт.

К специальным вагонам относятся вагоны-рельсотранспортеры, рельсошлифовальные вагоны, снегоочистители, вагоны-лаборатории для измерения параметров контактной сети и др.

Технические характеристики четырехосных трамвайных вагонов приведены в табл. 3. Все они имеют по четыре тяговых двигателя, диаметр колес по кругу катания 700 мм, наименьшую высоту от головки рельса до подвагонного оборудования — клиренс (под тарой) 110 мм и построены для эксплуатации на трамвайных линиях с шириной рельсовой колеи 1524 мм.

§ 4. Типы и основные характеристики троллейбусов

Троллейбус представляет безрельсовый экипаж, приводимый в движение электрическими тяговыми двигателями, получающими энергию из энергосистем через двухпроводную контактную сеть при помощи штанговых токоприемников.

По назначению троллейбусы подразделяются на пассажирские и грузовые, а по числу осей — на двух-, трех- и четырехосные. Первые отечественные троллейбусы, построенные заводом «Динамо», Ярославским и Московским автомобильными заводами, появились на улицах Москвы в 1933 г. С 1946 г. началось изготовление цельнометаллических троллейбусов МТБ-82. Этот тип троллейбуса имел широкое распространение, однако сейчас почти полностью снят с эксплуатации ввиду морального старения и физического износа. С 1960 по 1972 г. троллейбусный завод имени Урицкого (ЗИУ) (г. Энгельс Саратовской области) изготавливал двухосные троллейбусы ЗИУ-5 с цельнометаллическим кузовом несущей конструкции. На этом троллейбусе применены система автоматического пуска тягового двигателя с помощью группового реостатного контроллера, пневматический усилитель руля и другие усовершенствования.

С 1972 г. ЗИУ приступил к серийному изготовлению двухосного троллейбуса ЗИУ-682Б (ЗИУ-9Б) (рис. 2). На нем применен трехдверный кузов с большими накопительными площадками, что позволяет сократить время на посадку и высадку пассажиров и более равномерно заполнить площадь, предназначенную для стоящих пассажиров. Для облегчения работы водителя применен гидравлический усилитель руля. Значительно улучшена плавность хода благодаря применению пневморессорной подвески кузова.

С 1959 г. в Советский Союз (в республики Закавказья, на Украину, в Прибалтийские республики) из Чехословакии егали поступать двухосные троллейбусы 8Тр и затем 9Тр, позволяющие использовать их на маршрутах с тяжелыми условиями для движения. Трехосные троллейбусы (двухэтажные) в небольшом коли-



Рис. 2. Троллейбус ЗИУ-682Б (ЗИУ-9Б)

честве изготавливались в Советском Союзе (1938 г.), но широкого применения не получили. Четырехосные троллейбусы в нашей стране изготавливались с 1959 г. в Москве Сокольническим вагоноремонтным заводом (СВАРЗ). В настоящее время они с эксплуатации сняты.

В 1980 г. в опытную эксплуатацию поступил отечественный троллейбус, созданный для работы на горных маршрутах с тяговым двигателем 150 кВт, а также шарнирно-сочлененный троллейбус с тиристорно-импульсной системой управления.

Таблица 4

Показатели	Характеристики троллейбусов типа		
	ЗИУ-5	ЗИУ-682Б	9Тр
Длина по буферам, мм	11 830	11 888	11 000
Ширина, мм	2 680	2 500	2 500
Высота при опущенных токоприемниках, мм	3 530	3 347	3 240
База, мм	6 100	6 025	5 400
Свес передний, мм	2 540	2 282	2 250
Свес задний, мм	3 000	3 402	3 155
Площадь пола для стоящих пассажиров, включая площадь ступенек, м ²	11,0	11,78	6,5/9,4*
Число мест для сидения	38	30	40/23*
Вместимость при нормальном (5 чел/м ²) наполнении, чел.	93	91	72/70*
Вместимость при наибольшем (8 чел/м ²) наполнении, чел.	125	126	92/100*
Масса порожнего троллейбуса, кг	10 200	10 050	8 990
Конструкционная (наибольшая) скорость, км/ч	60	60	60
Установившаяся скорость при номинальной нагрузке на горизонтальном участке пути, км/ч	55	55	55

* В числителе — для трехдверного кузова, в знаменателе — для двухдверного.

Грузовые троллейбусы оборудуются дополнительно дизель-генераторной установкой и изготавливаются с крытым кузовом или с открытой платформой для размещения груза. Технические характеристики троллейбусов приведены в табл. 4.

§ 5. Техническая документация

Основными нормативно-техническими документами на трамвайные вагоны и троллейбусы являются государственные стандарты, утвержденные Государственным комитетом стандартов СССР и обязательные для исполнения проектными организациями, заводами-изготовителями и потребителями (эксплуатационными предприятиями). Они устанавливают основные технические требования, соблюдение которых обеспечивает оптимальный уровень качества при проектировании и изготовлении трамвайных вагонов и троллейбусов, правила приемки, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, комплектности и гарантии завода-изготовителя (поставщика).

В соответствии с техническими требованиями государственных стандартов и заказчика изготовитель (поставщик) разрабатывает и, по согласованию с заказчиком, утверждает техническое задание (ТЗ) на проектирование и затем технический проект и рабочие чертежи на изготовление нового подвижного состава.

Базируясь на современном техническом уровне промышленного производства и с учетом конкретных условий производства, поставщик разрабатывает и, по согласованию с заказчиком, утверждает технические условия (ТУ) на изготовление новых трамвайных вагонов и троллейбусов, в которых устанавливает подробные технические требования к данному типу подвижного состава, его узлам и агрегатам, а также эксплуатационные характеристики, правила и методы приемки и контроля качества, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, комплектности и гарантии завода-изготовителя (поставщика).

Завод-изготовитель к каждому трамвайному вагону и троллейбусу прилагает технические паспорта на вагон (троллейбус) в целом и отдельно на тяговые двигатели, вспомогательные электрические машины, колесные пары и тележки (для трамвайных вагонов).

Технический паспорт трамвайного вагона (троллейбуса) содержит следующие сведения: название завода-изготовителя, заводской номер, дату начала эксплуатации, основные технические данные, перечень основного оборудования, указания о его замене и данные о плановых и послеаварийных ремонтах.

На каждый моторный трамвайный вагон и троллейбус ведется прошнурованная и пронумерованная книга поезда установленного образца, в которую водители записывают заявки на устранение возникших неисправностей. При работе на линии книга поезда должна быть в кабине водителя.

КУЗОВА И КУЗОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 6. Конструкции кузовов трамвайных вагонов

Кузов современных четырех-, шестиосных (и более) вагонов имеет жесткую цельнометаллическую несущую конструкцию и состоит из рамы, каркаса (остова), крыши, наружной и внутренней обшивок, оконных рам, дверей и пола. Для соединения элементов кузова применяют сварку, клепку, винтовые и клеевые соединения. Кузов по концам, в плане, имеет суженную форму, обеспечивающую свободный проход вагонов в кривых участках пути. Кузова вагонов РВЗ-6, Т-3 имеют по две входные двери, а вагонов ЛМ-68, КТМ-5МЗ, РВЗ-7 и последних выпусков вагонов Т-3 — по три.

Рама кузова цельносварные из балок стандартного проката, а также штампованных профилей коробчатого и уголкового сечений. Рама кузова вагона Т-3 (рис. 3) изготовлена из стальных штампованных и прокатных профилей. Она состоит из центральной хребтовой балки 1 коробчатого профиля, двух продольных балок 3 и двух торцовых балок 2. В средней части рамы вварена Н-образная поперечная балка 4, в которой размещены ускоритель и мотор-генератор. В местах установки опор кузова к продольным и хребтовой балкам приварены две шкворневые балки 5. Для размещения под кузовом электрооборудования в раму вварены три поперечные и шесть раскосых балок, а с правой стороны по направлению движения между двумя раскосыми балками — опоры 6. В центре шкворневых балок установлены пятииковые опоры (рис. 4), с помощью которых кузов шарнирно опирается на двухосные поворотные тележки. Верхняя часть опоры кузова —

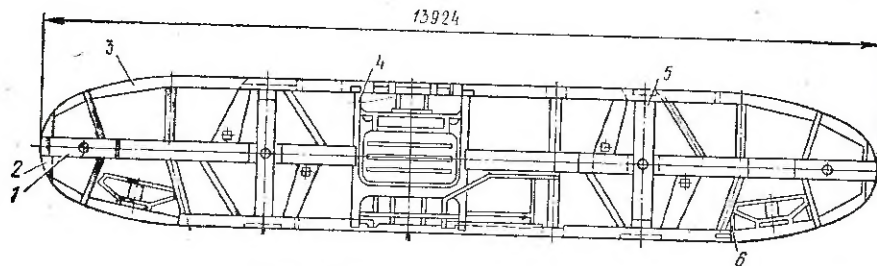


Рис. 3. Рама кузова вагона Т-3

пята 6, изготовленная из стального литья, жестко укреплена посредством сварки в шкворневой балке кузова вагона. Для точной установки цапфы в ее верхней части имеется цилиндрическая заточка, а привалочная поверхность верхнего фланца обработана на станке. Нижняя часть цапфы — коническая, с двумя цилиндрическими опорными поверхностями.

При установке кузова вагона на тележки цапфу опоры кузова (пята) размещают в гнезде подпятника 5 тележки. Между подпятником тележки и пятой помещают чугунное кольцо 2 и текстолитовый или латуниный вкладыш 4, имеющий специальные отверстия для смазки трущихся поверхностей. В нижней части подпятника 5 имеется текстолитовая втулка 8. Для смазки подпятника предусмотрены пресс-масленки 3, 9, через которые смазка подается посредством ручных прессов. Уплотнение подпятника от проникновения пыли и грязи осуществлено фетровыми уплотняющими кольцами 1, 12.

Пята 6 соединена с подпятником 5 предохранительным болтом 7 с приваренной подкладкой, крышкой 13, корончатой гайкой 14 с шайбой и шплинтом. Осевой зазор пяты подпятника ограничивается специальным вкладышем 11, а для возможности регулировки зазора при монтаже предусмотрены сменные прокладки 10. Для удобства монтажа предохранительный болт вместе с приваренной к его головке подкладкой свободно вынимается вниз, для чего необходимо его приподнять и повернуть на 90°.

Рама кузова вагона РВЗ-7 — также сварная, из стальных гнутых профилей. Она состоит из трех частей: передней, средней и задней. База рамы (расстояние между центрами шкворневых балок), составляет 7500 мм, длина рамы 15 300 и ширина 2600 мм. Внутри рамы размещены две шкворневые балки коробчатого сечения, в средней части которых укреплены шкворни. На концевых частях рамы приварены кронштейны для установки сцепных приборов. С правой стороны рамы приварены три подножки для пассажиров.

Каркас кузова изготавливают из стальных штампованных стоек и крышевых дуг, к которым сваркой крепят листы наружной и внутренней обшивки. На вагонах КТМ-5МЗ, РВЗ-7, ЛМ-68М

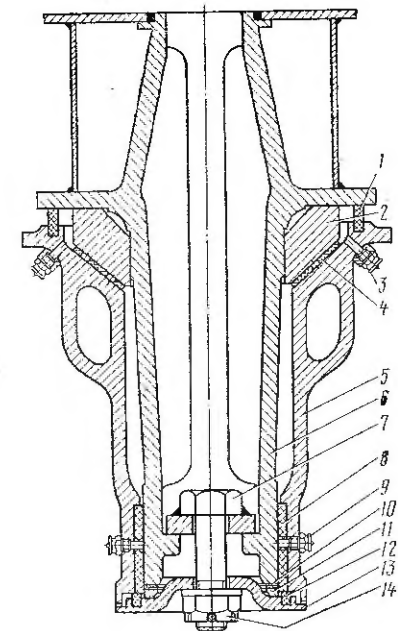


Рис. 4. Пятииковая опора кузова вагона Т-3

конструкцией предусмотрены сборка и сварка кузова из отдельных, ранее собранных крупных узлов: рамы, боковых стен, лобовой и задней торцовых стенок, крыши и откидных бортов. Для защиты от коррозии каркас кузова, включая потолок, с внутренней стороны покрывают двумя слоями грунта ГФ-020 и слоем противоржавной мастики толщиной не менее 4 мм.

Крыша кузова вагонов всех типов, кроме РВЗ и КТМ-5МЗ, — цельносварная из стальных листов. Крыша вагона РВЗ-6 всех модификаций облицована алюминиевым листом толщиной 1,5 мм. Для обеспечения электробезопасности ремонтного персонала на крыше вагонов уложен рифленый резиновый коврик. Крыша вагона КТМ-5МЗ изготовлена из листов стеклопластика, прикрепленных болтами и обвязочными угольниками к несущим дугам.

Наружная обшивка кузова вагона РВЗ-6 выполнена из алюминиевого листа толщиной 1,5...2,0 мм. К каркасу кузова ее прикрепляют алюминиевыми заклепками диаметром 5 мм. Наружная обшивка боковых стенок вагонов Т-3 изготовлена из стального листа толщиной 2,4 мм и приварена к стойкам каркаса, обшивка лобовой и задней торцовых стенок — из стеклопластика и болтами прикреплена к стойкам каркаса. Наружная обшивка боковых стенок вагонов КТМ-5МЗ выполнена из стальных гофрированных листов толщиной 0,8 мм, прикреплена винтами и заклепками к каркасу кузова. Наружная обшивка кузова остальных типов вагонов изготовлена из стальных листов.

Внутренняя обшивка стен и потолка салона вагона РВЗ-6 выполнена из фанеры, вагонов ЛМ-68, Т-3 — из слоистого пластика, а вагонов КТМ-5МЗ — из окрашенной древесно-волоконной плиты. Места стыков плит закрыты алюминиевыми штапиками. Для утепления стен и потолка применена тепловая изоляция из плит пенопласта или минеральной ваты, в запаянных пакетах из полиамидной пленки, уложенных между наружной и внутренней обшивками кузова.

Пол вагонов всех типов изготовлен из водозащищенной бакелитизированной фанеры или фанерной плиты и покрыт приклеенной рифленой резиной. Исключение составляют вагоны ЛМ-68, полы которых изготовлены из шпунтовых сосновых досок толщиной 40 мм с последующим покрытием рифленой резиной. Для осмотра и ремонта ускорителя, мотор-генератора, тяговых двигателей, мотор-компрессора и ходовых частей в полу предусмотрены специальные люки, надежно уплотненные резиновыми прокладками для защиты от попадания воды и грязи в подкузовное оборудование.

Окна состоят из подвижных и неподвижных частей. На вагонах КТМ-5МЗ, ЛМ-68 и РВЗ-7 верхняя часть окон салона снабжена раздвижными или опускающимися вниз форточками. Окна салона застеклены неполированным стеклом «Сталинит» толщиной 5,5 мм. Стекла надежно закреплены окантовкой резиновым профилем, предотвращающим их вибрацию и дребезжание.

Внутренняя планировка кузова и расположение оборудования на вагонах выполнены с учетом создания необходимых удобств

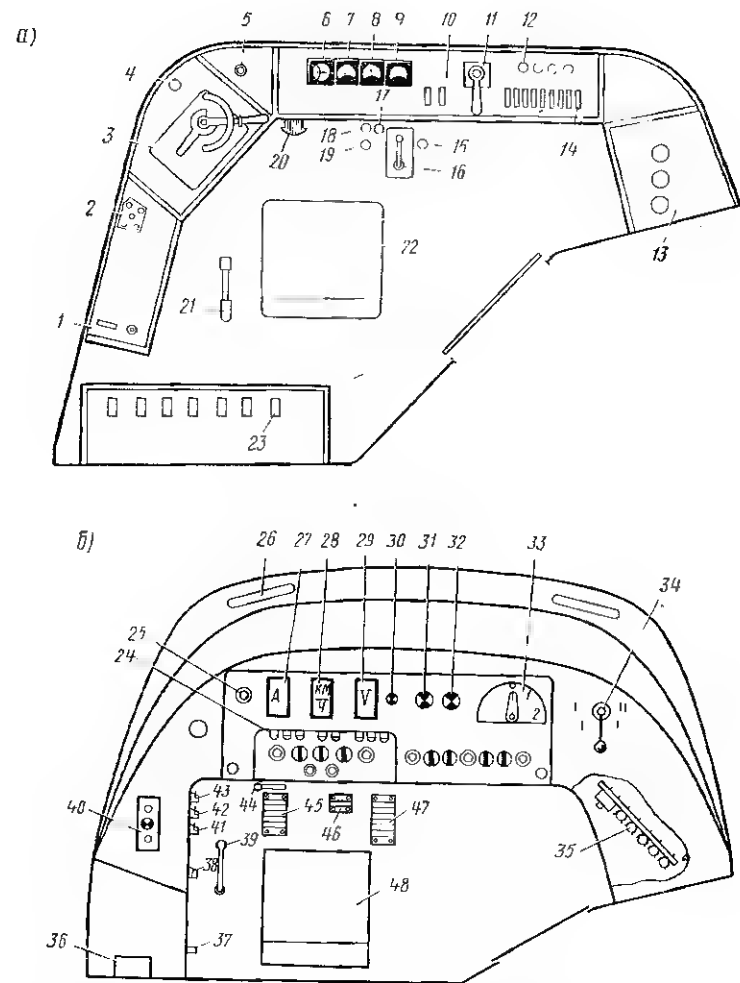


Рис. 5. Кабины водителя трамваев РВЗ-6 (а) и Т-3 (б):

1 — выключатели и кнопки; 2 — контроллер аварийный; 3 — контроллер водителя; 4 — лампа «Напряжение сети»; 5 — кнопка возврата реле перегрузки; 6 — манометр; 7, 8 — амперметры; 9 — вольтметр; 10 — выключатели дверей; 11 — кран водителя; 12 — сигнальные лампы; 13 — электропневматические вентили; 14 — выключатели низковольтных цепей; 15 — педаль от торможения ручного тормоза; 16 — ручной тормоз; 17 — педаль песочницы; 18 — педаль пневматического звонка; 19 — педаль ножного звонка; 20 — педаль безопасности; 21 — рычаг подъема предохранительной сетки; 22 — кресло водителя; 23 — выключатели высоковольтных цепей; 24 — сигнальные лампы; 25 — кнопка «Проезд военной машины»; 26 — воздухопровод для фронтальных стекол; 27 — амперметр; 28 — спидометр; 29 — вольтметр; 30 — лампа «Напряжение сети»; 31 — лампа «Максимальное реле»; 32 — сигнальная лампа «Разрыв поезда»; 33 — выключатель цепи управления; 34 — переключатель освещения салона; 35 — щиток предохранителей; 36 — рубильник аккумуляторной батареи; 37 — тяга заслонки вентилятора; 38 — кнопка отключения цепей управления; 39 — рукоятка песочницы; 40 — усилитель; 41 — переключатель калорифера; 42 — переключатель реверсивный; 43 — переключатель отопления салона; 44 — рычаг заслонки калорифера; 45 — педаль безопасности; 46 — тормозная педаль; 47 — пусковая педаль; 48 — кресло водителя

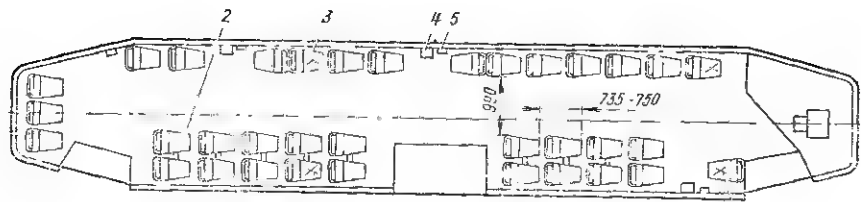


Рис. 6. Планировка салона вагона ЛМ-68

для пассажиров и водителя и получения наилучшего распределения нагрузок на колесные пары. Кузов в головной части разделен перегородкой на кабину водителя и пассажирское помещение (салон). В перегородке установлена задвижная дверь.

В кабине водителя (рис. 5) установлены пульт управления и часть электроаппаратов, сигнальная и осветительная аппаратура, контроллер водителя, сиденье водителя, огнетушитель, устройство для опускания токоприемника. Лобовое окно кабины застеклено безосколочным стеклом «Триплекс», не имеющим дефектов в виде пузырей и неровностей. Сиденье водителя допускает вертикальную и горизонтальную регулировку.

Так как трамвай является внутригородским транспортом с частой сменяемостью пассажиров, то для обеспечения возможно большей вместимости вагонов значительная часть площади пассажирского салона предназначена для размещения стоящих пассажиров. Планировка сидений в салоне вагона ЛМ-68 (рис. 6) — трехрядная, с правой стороны по направлению движения расположены двухместные сиденья, а с левой — одноместные. Вагон имеет три двери для входа и выхода пассажиров. В зоне дверей имеются вместительные накопительные площадки. Для стоящих пассажиров внутри салона смонтированы вертикальные и горизонтальные поручни: два вдоль продольного прохода, один на перегородке кабины водителя и на накопительных площадках в зоне оконных проемов. Для расширения прохода на передней площадке со стороны двухместных сидений 2 установлено одноместное сиденье 1. Над песочницами установлены сиденья 3 (на рис. 6 отмечены крестиком) с откидывающейся спинкой и ящиком для песка. В салоне установлены три кассеты 4 и четыре компостера 5 для гашения (компостирования) разовых билетов.

Один компостер установлен на задней площадке, а остальные — в зоне расположения касс.

§ 7. Конструкции кузовов троллейбусов

Кузов современного троллейбуса (рис. 7) представляет собой цельнометаллическую несущую конструкцию и состоит из шести секций: основания, правой 1 и левой 3 боковин, лобовой 2 и задней 5 частей и крыши 4.

Основание кузова троллейбуса ЗИУ-5Д представляет собой стальную конструкцию, состоящую из двух продольных балок (лонжеронов) и восьми поперечных ферм, которые являются основным несущим элементом кузова. Лонжероны изготовлены из стального профиля коробчатого сечения и в местах повышенной нагрузки усилены дополнительными листами и уголками. Для установки механического и электрического оборудования на основании укреплены кронштейны. По концам к лонжеронам приварены буксирные серьги, предназначенные для буксировки троллейбуса.

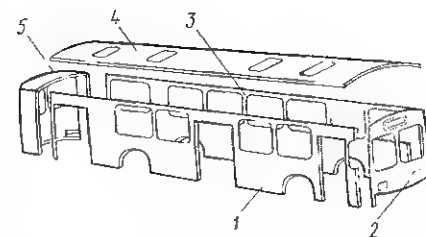


Рис. 7. Кузов троллейбуса ЗИУ-682Б

Основание кузова троллейбуса ЗИУ-682Б (рис. 8) представляет собой сварную конструкцию из трубчатых профилей и состоит из девяти поперечных ферм 3, 5, 8, 11, 13, 15, 18, 20, 22 и двух продольных лонжеронов, которые отдельными секциями 2, 4, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21 вварены между фермами. Основание по верхнему поясу, а следовательно, и пол салона имеют плавное понижение на 175 мм от оси заднего моста до накопительной площадки. В зоне переднего и заднего мостов секции лонжеронов изогнуты, закрыты надколесными кожухами, на которых расположены сиденья. Для увеличения жесткости основания в зоне средней и задней дверей между лонжеронами по верхнему и нижнему поясу вварены крестообразные раскосы. Такие же раскосы, но только в плоскости верхнего пояса, вварены в месте установки пусковых резисторов. Для крепления пневмоподвески в секции лонжеронов переднего моста размещена балка 17 с двумя штампованными опорами, а заднего моста — две балки с четырьмя опорами 6. В местах пересечения передней (№ 1) и задней (№ 8) ферм с секциями лонжеронов и на концах фермы № 7 приварены пластины 24, 25 для подъема троллейбуса домкратами снизу, а для вывешивания троллейбуса на козлах — четыре пластины на концах ферм № 3 и 7, кронштейны 10 предназначены для крепления тягового двигателя. Для буксировки неисправного троллейбуса предусмотрены передняя 23 и задняя 1 буксирные серьги.

Основой каждой секции (боковины, лобовые части и крыша) является каркас, сваренный из стальных труб прямоугольного и квадратного сечения. К каркасам секций приварены электроконтактной точечной сваркой шагом 30 мм стальные листы толщиной 1 мм, составляющие наружную обшивку кузова. С внутренней стороны на обшивку нанесен слой противоржавной мастики. Для доступа к механическому и электрическому оборудованию в боковинах предусмотрены бортовые люки. Крышки люков установлены на петлях и фиксируются специальной пружинной и стержнем как в открытом, так и в закрытом положении.

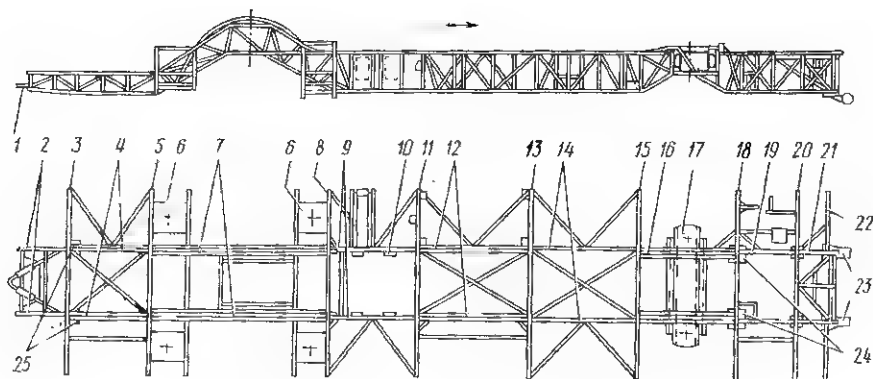


Рис. 8. Основание кузова троллейбуса ЗИУ-682Б

Кузов троллейбуса ЗИУ-5 имеет две, а троллейбуса ЗИУ-682Б три входные двери. Троллейбусы производства ЧССР имеют как двухдверное, так и трехдверное исполнение. Двери пассажирского салона троллейбуса поворотно-складного типа двух- и четырехстворчатые с дистанционным управлением. Кузов внутри разделен перегородкой, отделяющей кабину водителя от пассажирского салона. В перегородке имеется дверь сдвижного типа, подвешенная на роликах и перемещающаяся по специальным направляющим.

По вместимости пассажирского салона различают троллейбусы средней, большой и особо большой вместимости. Среднюю вместимость имеют троллейбусы 8Тр, 9Тр, 11Тр длиной кузова до 11 м и шириной 2,5 м. Большую вместимость имеют троллейбусы ЗИУ-5 (длина 12, ширина 2,6 м) и ЗИУ-682Б (длина 12, ширина 2,5 м). К разряду особо большой вместимости относятся троллейбусы с шарнирно-сочлененным кузовом (ТС-1).

При планировке салона принято поперечное размещение двухместных сидений в два ряда вдоль левой и правой стен салона. В зоне входных дверей устанавливают одноместные сиденья для облегчения входа и выхода пассажиров и увеличения площади накопительных площадок. В салоне размещены кассы, компостеры, а также потолочные поручни вдоль прохода, вертикальные у входа и выхода, ограждения задних окон и окон перегородки кабины. Поручни и ограждения выполнены из стальных труб с гальванопокрытием, а на троллейбусах ЗИУ-682Б обтянуты полихлорвиниловой трубкой.

В кабине водителя троллейбуса ЗИУ-682Б (рис. 9) размещены пульт управления и сиденье водителя 3, а в салоне кузова (рис. 10) — двухместные 1 и одноместные 2 сиденья, кассы-полуавтоматы 4 и компостеры 5.

Пол салона выполнен из бакелизированной фанеры толщиной 10 мм в виде отдельных щитов, прикрепленных к опорным уголь-

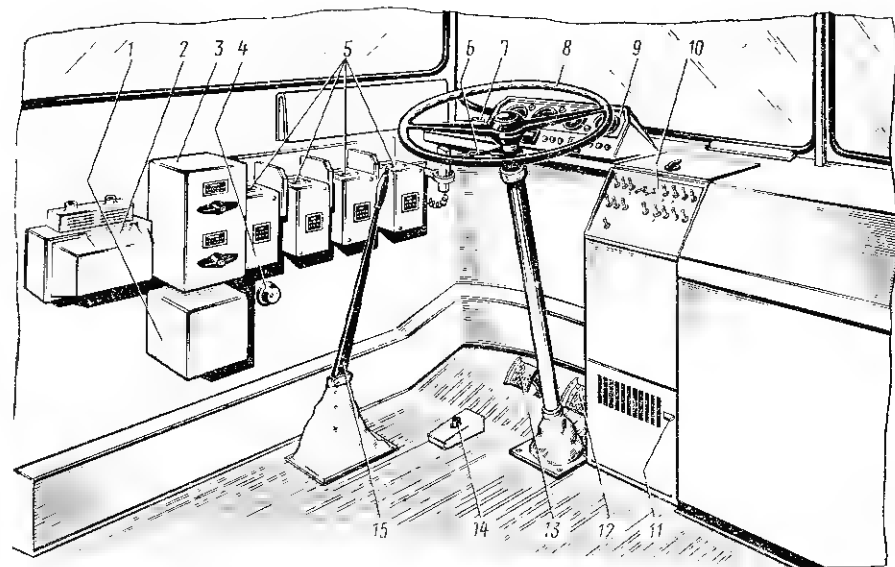


Рис. 9. Кабина водителя троллейбуса ЗИУ-682Б:

1 — панель управления печи; 2 — реле-регулятор; 3 — блок управления аккумуляторными батареями и гидросистемой; 4 — розетка включения АГЗ; 5 — выключатель вспомогательного двигателя, мотокompressора и электропечи; 6 — переключатель указателей поворотов; 7 — розетка включения вентилятора; 8 — рулевое колесо; 9 — панель приборов; 10 — распределительный щиток; 11 — регулятор воздушного потока печи; 12 — пусковая педаль; 13 — тормозная педаль; 14 — ножной переключатель света фар; 15 — стояночный тормоз

никам основания и боковин кузова заклепками. Для осмотра автомобильного и электрического оборудования в полу предусмотрены специальные люки. Внутренняя обшивка бортов салона изготовлена из декоративной фанеры. Потолок обшит бумажно-слоистым пластиком; остальная часть салона (межоконные стойки, плинтуса) и кабины обшита стальными листами толщиной 1 мм, которые крепятся к каркасу самонарезающими винтами 4×20 мм с потайной головкой. Места стыков закрыты декоративными алюминиевыми штапиками.

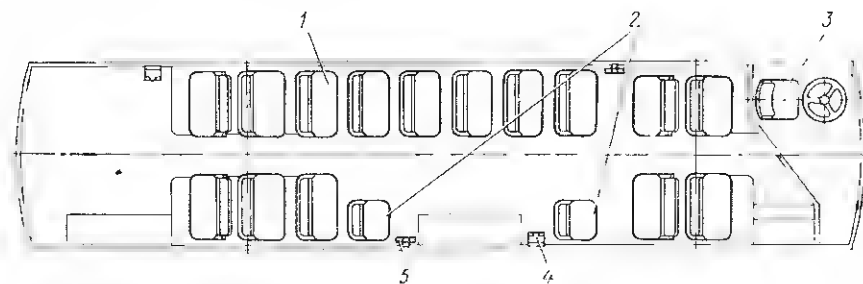


Рис. 10. Планировка кузова троллейбуса ЗИУ-682Б

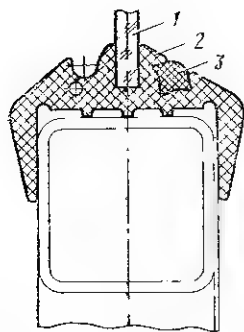


Рис. 11. Уплотнение стекла в окне салона:
1 — стекло; 2 — резиновый профиль; 3 — замок

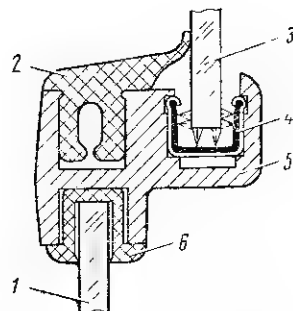


Рис. 12. Уплотнение раздвижной части окна:
1 — неподвижное стекло; 2 — резиновый уплотнитель;
3 — раздвижная часть окна; 4 — ворсовый уплотнитель; 5 — рамка; 6 — резиновый профиль

Троллейбусы имеют большие окна, обеспечивающие пассажирам и водителю хороший обзор. Окна пассажирского салона и левое окно кабины имеют раздвижную верхнюю часть. Для крепления стекол в оконных проемах (рис. 11) и подвижных рамках (рис. 12) применяют специальные резиновые профили. Подвижное стекло передвигается с помощью специально установленной на стекле ручки.

Снаружи кузов троллейбуса имеет декоративную облицовку из алюминиевых профилей с анодированным покрытием на уровне подоконного пояса и на уровне пола. По правой и левой боковинам на уровне надоконного пояса установлены водосточные желоба. На лобовом листе по оси кузова имеется эмблема с изображением товарного знака завода-изготовителя.

С внешней стороны кузова расположено так называемое наружное оборудование. Для подъема на крышу к каркасу задней части кузова прикреплена лестница с откидной площадкой, с которой осуществляется замена угольных вставок, осмотр и устранение повреждений головок токоприемников. Впереди кузова к лонжеронам основания, а сзади — к профилям каркаса задней стенки прикреплены защитные бамперы, выштампованные из стального листа толщиной 4 мм. Для предупреждения разбрызгивания грязи к листам обшивки боковин прикреплены резиновые надколесные брызговики. На боковых оконных стойках лобовой части кузова установлены зеркала заднего вида. Для удобства очистки ветровых окон на переднем бампере предусмотрены подножки, а на средней стойке ветровых окон — ручка.

§ 8. Шасси троллейбуса

Шасси троллейбуса представляет собой совокупность агрегатов и механизмов механического оборудования вместе с основанием, на котором они размещены. В качестве основных частей в

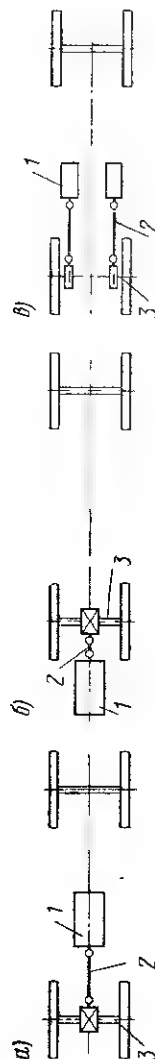


Рис. 13. Схемы тяговой передачи троллейбусов с одним ведущим мостом

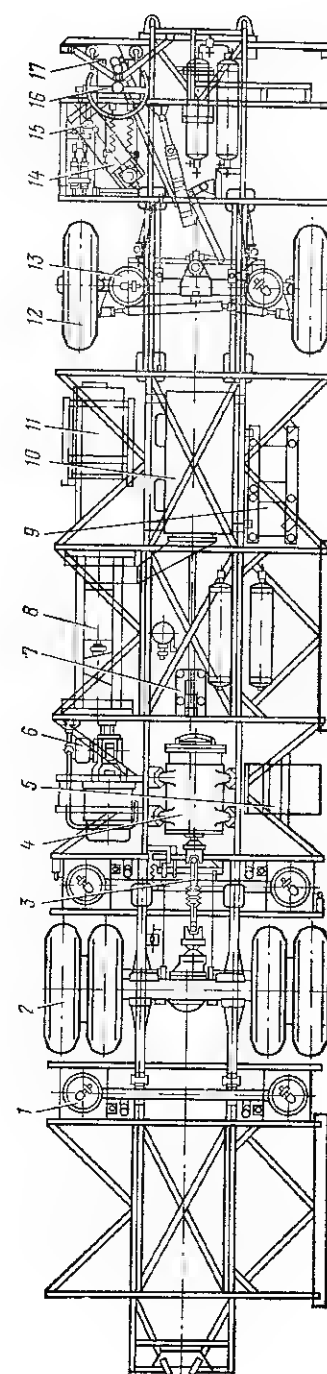


Рис. 14. Схема шасси троллейбуса ЗИУ-682Б

понятие шасси входят: основание (рама) кузова, ходовая часть (задний, передний мост и подвеска), тяговая передача (карданный вал, редуктор с дифференциалом и полуоси), механизм управления (рулевое управление) и тормоза. Таким образом, шасси воспринимает и передает вес кузова через подвеску на мосты, передает вращающий момент от вала якоря тягового двигателя к ведущим колесам, обеспечивает управление движением троллейбуса. Компоновка шасси троллейбуса зависит в основном от схемы тяговой передачи, места расположения двигателей, конструкции ведущих мостов, числа и размещения входных дверей кузова и оказывает определяющее влияние на распределение веса по осям троллейбуса.

Тяговые передачи троллейбуса классифицируют по числу ведущих мостов, числу и расположению тяговых двигателей, типу и расположению элементов редуктора.

В нашей стране эксплуатируются троллейбусы с одним ведущим мостом. Наиболее распространена схема рис. 13, а, где тяговая передача имеет один тяговый двигатель 1, расположенный впереди ведущего моста 3. Вращающий момент от вала якоря тягового двигателя передается колесам через карданный вал 2 и редуктор.

По этой схеме построена тяговая передача троллейбусов МТБ-82, ЗИУ-5, ЗИУ-682Б, 8Тр, 9Тр, 11Тр. На схеме 13, б тяговый двигатель расположен позади ведущего моста. Троллейбусы с такой тяговой передачей в нашей стране не изготавливались. По схеме 13, в построена тяговая передача сочлененного троллейбуса. Она имеет два тяговых двигателя, расположенных впереди ведущего моста. Вращающий момент передается от каждого двигателя одному из ведущих колес.

Тяговая передача 3 шасси троллейбуса ЗИУ-682Б (рис. 14) расположена по продольной оси троллейбуса; тяговый двигатель 4 размещен ниже уровня пола впереди заднего (ведущего) моста 2. В передней части шасси размещены руль 16 с гидроусилителем 14, педали управления 17, привод ручного тормоза 15. По левой стороне шасси размещены: групповой реостатный контроллер 11, вспомогательный двигатель с генератором 8, мотор-компрессор 6; по правой стороне — ящик с шунтовыми реостатами 9, ящик с аккумуляторной батареей 5. В зоне переднего 12 и заднего 2 мостов расположены опоры передней 13 и задней 1 пневморессорной подвески. Между передним и задним мостами по продольной оси шасси размещены ящик 10 с пуско-тормозными резисторами и индуктивный шунт 7.

§ 9. Отопление и вентиляция

При минусовых температурах наружного воздуха в осенне-зимний период прибегают к отоплению пассажирского салона и кабины водителя. Для отопления салонов трамвайных вагонов

и троллейбусов используют тепло, выделяемое пуско-тормозными резисторами в процессе пуска и торможения.

На троллейбусах ЗИУ-5 центробежный вентилятор засасывает воздух из салона через заборное окно, расположенное на правом борту троллейбуса и затянутое металлической сеткой, и гонит его в ящик пуско-тормозных резисторов. Далее подогретый воздух поступает в поперечный канал и расходится по двум отопительным каналам, расположенным вдоль боковых стенок пассажирского салона. В поперечном канале установлены заслонки, посредством которых подогретый воздух может быть подан полностью или частично, в зависимости от времени года, в салон или окружающее пространство.

На троллейбусах ЗИУ-682Б для усиления мощности отопления в поперечном канале дополнительно установлена электропечь. Поддача подогретого воздуха в салон осуществляется через один отопительный канал, идущий вдоль правого борта от средней двери до надколесного кожуха. В поперечном канале установлена регулирующая заслонка.

Использование тепла пуско-тормозных резисторов для отопления положительно влияет на снижение расхода электроэнергии, но ухудшает санитарное состояние салона, так как подогретый воздух увлекает за собой частицы пыли и загрязняет атмосферу салона. Поэтому на вагонах КТМ-5МЗ для отопления используются только электропечи, а воздух, охлаждающий пуско-тормозные резисторы, выбрасывается в атмосферу.

На вагонах РВЗ-7, где применена тиристорная система управления, для отопления также используются только электропечи. Электропечь состоит из двух трубчатых электронагревательных элементов, которые установлены на фарфоровом изоляторе и размещены в опорных тумбах под пассажирскими сиденьями. Общая мощность всех электропечей салона 9,9 кВт. Для обогрева кабины в ней установлена электропечь мощностью 1,6 кВт, собранная из тех же элементов, что и салонные электропечи. Кроме того, под сиденьем водителя смонтирован обогреватель места водителя из четырех электронагревательных элементов, включенных последовательно с такими же элементами, предусмотренными для обогрева лобового стекла. Обогрев места водителя включается одновременно с обогревом стекла. Мощность всех нагревательных элементов кабины водителя 3,2 кВт. Электронагревательный элемент представляет собой металлическую трубку, внутри которой запрессована в наполнитель спираль из проволоки высокого омического сопротивления, прикрепленная к контактным стержням для подключения ее в электрическую цепь. Наполнителем служит плавящаяся окись магния (периглаз). Наполнитель является электрической изоляцией спирали от металлической трубки и одновременно проводником тепла. Мощность элемента 400 Вт. Кабины водителей других типов трамвайных вагонов и троллейбусов отапливаются электропечами, как и в вагоне РВЗ-7. Исключение составляют вагоны Т-3, где для

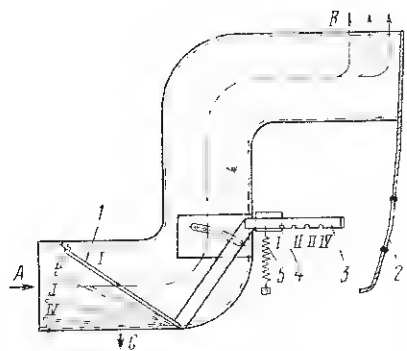


Рис. 15. Схема переключения потока теплого воздуха на вагоне Т-3

На правой стороне кузова электропечи вмонтированы в отопительный канал, а на левой стороне установлены в тумбах пассажирских сидений. В зависимости от наружной температуры подогретый воздух может быть направлен в салон кузова или наружу под кузов вагона, для чего в воздуховоде смонтирована специальная заслонка 1 (рис. 15), перестановка которой осуществляется рычагом 3 через отверстие в фальшборте 2 с правой стороны вагона. На рычаге имеются четыре паза, которые определяют положение заслонки. Положение рычага фиксируется пружиной 5 и фиксатором 4. В положении I заслонка закрыта, доступ подогретому воздуху в салон перекрыт и он полностью выбрасывается под кузов (направление показано стрелкой С). В положение I рычаг устанавливают в летнее время, когда отопление салона не требуется и электропечи выключены. В положении IV заслонка открывает доступ воздуха в салон и полностью перекрывает выхлопное отверстие (направление показано стрелкой А). В положение IV рычаг устанавливают в зимнее время. При этом электропечи включены и поступающий по отопительному каналу воздух отводит от них тепло, предупреждая их чрезмерный нагрев. В промежуточных положениях II и III рычага часть подогретого воздуха выбрасывается наружу, а часть поступает через отопительный канал в салон, одновременно несколько охлаждая электропечи отопления, если они были включены водителем. Промежуточными положениями пользуются при наружных температурах воздуха от 0 до 10°C.

Большинство типов трамвайных вагонов и троллейбусов принудительной вентиляции не имеют, обмен воздуха осуществляется естественной вентиляцией благодаря раздвижным окнам, крышевым люкам или лобовому забору воздуха, а также частому открыванию широких дверных проемов. Так, на вагонах Т-3 естественная вентиляция салона осуществляется через раздвижные верхние части окон и вентиляционные люки в крыше над перед-

отопления кабины применен электрокалорифер.

На вагонах Т-3 для отопления пассажирского салона используется тепло, выделяемое элементами пуско-тормозных резисторов и ускорителя. Воздух, охлаждающий элементы пуско-тормозных резисторов и ускорителя и подогретый выделенным ими теплом, подается вентилятором по воздуховоду (отопительному каналу), расположенному вдоль салона по правой стороне кузова. Дополнительно для отопления салона используют 33 электропечи.

ней и задней площадками и в середине вагона. Вентиляционный люк представляет собой штампованную из листовой стали крышку, которая посредством пружинных шарниров, привода и резиновых уплотнений герметически закрывает вентиляционное отверстие в крыше вагона. Передний вентиляционный люк

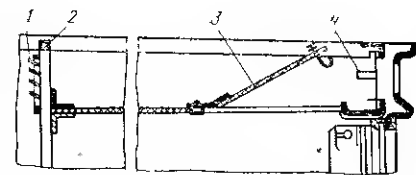


Рис. 16. Схема вентиляции вагона КТМ-5МЗ

открывается со стороны передней кромки и служит для забора свежего воздуха и подачи его в вагон. Для того чтобы избежать сосредоточенного поступления струи воздуха на пассажиров, стоящих в зоне расположения люка, он снабжен защитным кожухом, который направляет поступающий воздух вдоль потолка салона. Средний и задний люки открываются со стороны задней кромки, через них идет отсос воздуха из салона, защитных кожухов они не имеют. Вентиляционные люки в крыше имеют также вагоны РВЗ-7 и троллейбусы ЗИУ-5, ЗИУ-682Б, 8Тр, 9Тр, 11Тр. Трамвайные вагоны КТМ-5МЗ, РВЗ-6 и ЛМ-68 крышевых люков не имеют — они оборудованы системой лобового забора свежего воздуха.

На вагоне КТМ-5МЗ сверху лобовой стенки предусмотрен воздухозаборник с заслонкой 4 (рис. 16). При открытом люке 3 воздух из воздухозаборника поступает в кабину водителя. При закрытом люке 3 воздух через решетку 1 с креплением 2 в перегородке кабины поступает в салон вагона. Для принудительной вентиляции в салоне вагона КТМ-5МЗ предусмотрены четыре электровентилятора. Забор воздуха происходит снаружи вагона в средней его части и подается в салон через вентиляционные решетки в верхней части широких стоек каркаса кузова.

§ 10. Сцепные (тяговые) приборы

Сцепные приборы служат для соединения трамвайных вагонов в поезд из двух или трех вагонов. Если поезд сформирован из моторного и прицепных вагонов, то сцепные приборы передают тяговое усилие от моторного к прицепным вагонам и смягчают возникающие при торможении толчки. При использовании вагонов по системе многих единиц каждый вагон реализует собственное тяговое усилие и передачи его сцепными приборами не происходит. В данном случае сцепные приборы осуществляют механическую связь вагонов в поезде, воспринимают продольные усилия, возникающие при нарушении синхронности в работе тяговых двигателей и используются при буксировании неисправных вагонов. На вагонах старых выпусков устанавливали сцепные приборы буферного типа, вагоны Т2-62 и В2-62 производства ГДР имели устройства автоматической сцепки, а все вагоны, строя-

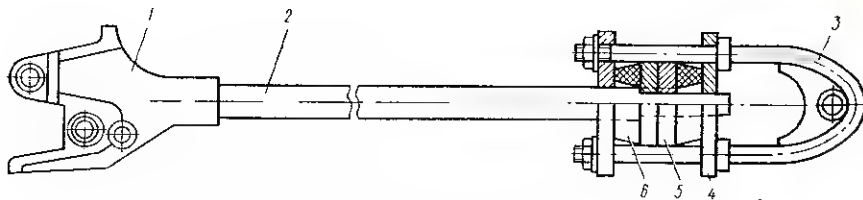


Рис. 17. Сцепной прибор вагона Т-3

щиеся для городов СССР, в настоящее время оборудуют сцепными приборами типа «Рукопожатие» с некоторыми конструктивными различиями в исполнении упругого элемента.

Сцепной прибор вагонов Т-3 (рис. 17) состоит из стального стержня 2 квадратного сечения, на конце которого заклепками закреплена литая стальная головка 1 типа «Рукопожатие». Форма головки позволяет сцеплять ее с аналогичной головкой сцепного прибора другого вагона, для чего совмещают оба отверстия головок и вставляют в них специальные штыри. Для удержания стержня сцепки в горизонтальном положении имеется запорный валик с планкой для закрепления стержня при движении одиночного вагона. На другом конце стержня размещена буферная рама, состоящая из стальной скобы 3, двух упорных фланцев 4 и блока резиновых гасителей 6 с упорами 5.

Каждый из двух сцепных приборов вагона ЛМ-68 соединен с вилкой 3 (рис. 18) рамы вагона посредством валика 4 и может поворачиваться вокруг него при проходе поездом кривых участков пути. Сцепной прибор включает в себя стержень 6 переменного цилиндрического сечения с резьбовым хвостовиком, буферную рамку 5, направляющую упорной шайбы 11, которая надета на стержень и может перемещаться в пазах буферной рамки, резиновый гаситель 2, состоящий из большого 13 и малого 12 стальных сферических колец, привулканизированных резиной 14, и насадку 9, надетую на свободный конец стержня и закрепленную штырем 7 со струбиной 8. Насадка заканчивается головкой типа «Рукопожатие», к которой приварена рукоятка 10 для удобства работы сцепщика вагонов. При эксплуатации одиночного вагона насадку снимают и хранят в вагоне, а стержень отводят в боковое положение и фиксируют. В комплект вагона входит насадка измененной конструкции, применяемая для буксирования вагонов старой конструкции. Насадка состоит из трубы и головки 1 с гнездом для языка сцепки и отверстием под штырь.

На опытной партии вагонов РВЗ-7 установлена автосцепка конструкции Усть-Катавского вагоностроительного завода.

Троллейбусы сцепных приборов не имеют. Для возможности буксирования неисправных троллейбусов на переднем и заднем торцах основания (рамы) кузова приварены буксировочные серьги.

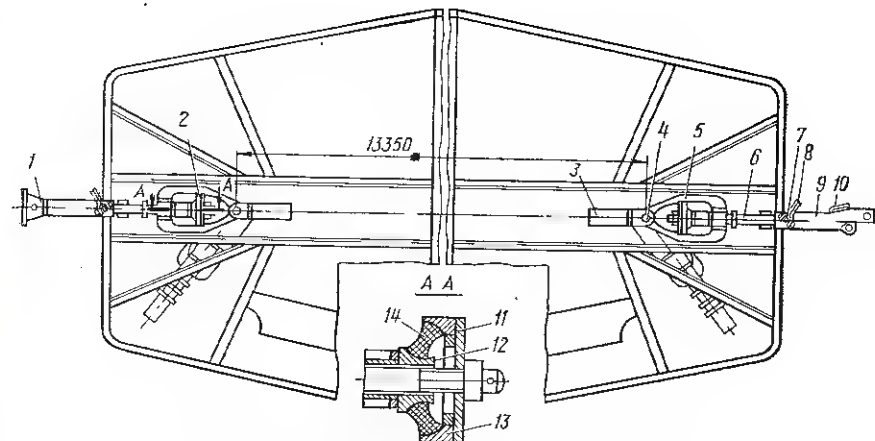


Рис. 18. Сцепной прибор вагона ЛМ-68

Для сцепления троллейбусов служит аварийная сцепка, представляющая собой стальную трубу с приваренными ушками, которая постоянно хранится в специальном отсеке шасси.

§ 11. Песочницы трамвайных вагонов

Для улучшения сцепления колес с рельсами, предотвращения бокового и юза колес на рельсы периодически кратковременно подается сухой песок, для чего трамвайные вагоны оборудованы песочницами шибераго типа. Существуют песочницы с механическим, электромагнитным или пневматическим приводом шибера.

На вагонах Т-3 установлены шибераго песочницы с механическим приводом шибера. Бункер песочницы 2 (рис. 19) изготовлен из стеклопластика и установлен в кожухе 1 из листовой стали. На вагоне два бункера — под первыми сиденьями в салоне кузова с правой и левой стороны. Суженная нижняя часть бункера (горловина) закрывается шибераго 7, представляющим собой заслонку из листовой стали, к боковинам 3 которой приварена ось 4 с рычагом 6 для привода. Ось шибераго вращается в

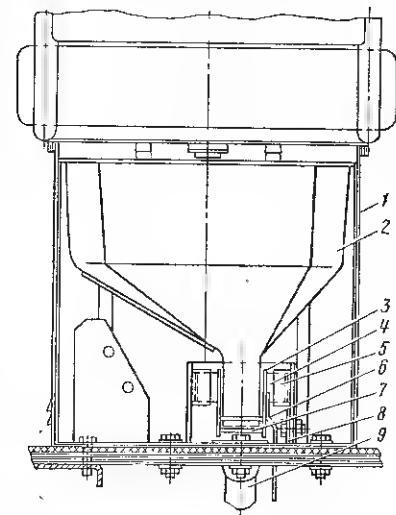


Рис. 19. Песочница вагона Т-3

чашках 5, укрепленных на кронштейнах 8 к полу вагона. Под отверстием горловины бункера к полу на болтах укреплен патрубок 9, на нижний отросток которого надет рукав песочницы. Рукав изготовлен из прорезиненной ткани, верхний его конец закреплен хомутом на патрубке 9, а нижний — подведен для подачи песка на рельсы под первую колесную пару вагона. Подачу песка осуществляет водитель механическим рычажно-тросовым приводом.

На вагонах РВЗ-6, РВЗ-7, ЛМ-57 и ЛМ-68 песочницы имеют пневматический привод. Сжатый воздух поступает в рабочий цилиндр, перемещает поршень, который своим штоком воздействует на рычаг шибер песочницы и открывает его. При выпуске воздуха из цилиндра в атмосферу поршень под воздействием возвратной пружины занимает первоначальное положение и закрывает шибер песочницы. На вагонах КТМ-5МЗ песочницы имеют электромагнитный привод, где на рычаг шибер воздействует шток электромагнита. При наличии пневматического или электромагнитного привода включение песочниц происходит не только специальным действием водителя, но также и при экстренном торможении или срыве стоп-крана пассажирами.

§ 12. Предохранительные устройства на трамвайных вагонах

Для предупреждения несчастных случаев с пассажирами трамвайные вагоны оборудуют лобовыми предохранительными устройствами и межвагонным ограждением. Лобовая предохранительная сетка, установленная на вагоне ЛМ-68, состоит из рамы 3 (рис. 20), собранной из стальных труб и деревянных реек 2, укрепленных на металлических планках 1. Сетка соединена со штоком пневматических цилиндров 4, подвешенных к раме вагона. Задняя часть трубчатой рамы сетки входит в выемку двух кронштейнов 5 и может в них свободно вращаться. При впуске сжатого воздуха в пневматические цилиндры сетка опускается, принимает наклонное положение и передней кромкой ложится на рельсы, подхватывая на себя возникшее на пути препятствие. При выпуске воздуха из цилиндра в атмосферу сетка под действием возвратных пружин цилиндров принимает горизонтальное положение.

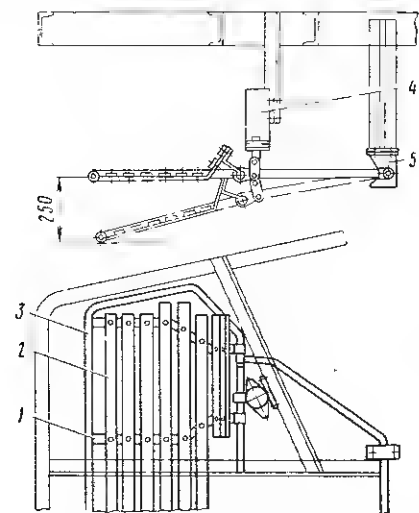


Рис. 20. Лобовая предохранительная сетка вагона ЛМ-68

На вагонах РВЗ 6 установлена автоматически срабатывающая лобовая предохранительная сетка. Она удерживается на высоте 160 мм над головкой рельса специальной защелкой. Перед сеткой на уровне 100... 200 мм от головки рельса подвешен фартук. При попадании постороннего предмета на трамвайный путь фартук отклоняется от вертикали и снимает сетку с защелки — сетка опускается передней кромкой на рельсы. Обратный подъем сетки осуществляется водителем через систему рычагов. На вагонах Т-3 и КТМ-5МЗ вместо сетки устанавливают перед передней площадкой вагона, на кронштейнах рамы вагона под углом 45°, предохранительный брус — деревянную доску, окантованную снизу резиновой пластиной, с расстоянием нижней кромки от головки рельса 200 мм.

Межвагонное ограждение применяют в случаях, когда трамвайный поезд состоит из двух или более вагонов, и устанавливают с правой стороны по ходу поезда между вагонами. Оно состоит из двух крайних стоек и одной средней стойки, соединенных шестью пружинами. Крайние стойки специальными крючками крепят к проушинам, размещенным по бокам лобовых частей вагонов. Межвагонное ограждение предохраняет пассажиров от падения под колеса второго и третьего вагонов поезда.

§ 13. Двери и их привод

Кузовы трамвайных вагонов и троллейбусов оборудуют подвижными, створчатыми и поворотнo-складными (ширмовыми) дверями. Задвижные двери с внутренней подвеской устанавливают в перегородке кабины водителя и служат для сообщения кабины водителя с пассажирским салоном трамвайного вагона или троллейбуса. Створчатыми дверями оборудованы трамвайные вагоны МТВ-82. Их кузов имеет две двери для входа и выхода пассажиров. Дверной проем посередине разделен вертикальной стойкой. Каждая дверь состоит из четырех отдельных створок, которые открываются внутрь вагона. Трамвайный вагон КТМ-5МЗ имеет три двери задвижного типа с наружной подвеской. Все остальные трамвайные вагоны и троллейбусы оборудованы поворотнo-складными (ширмовыми) дверями.

Приводные механизмы состоят из пневматического или электрического привода, редуктора и рычажной передачи.

Створка дверей имеет каркас, сваренный из П-образных штампованных профилей из стального листа толщиной 1,5 мм. Каркас обшит с обеих сторон штампованными стальными листами толщиной 1 мм. Обшивка соединена с каркасом электроконтактной сваркой. Створки попарно соединены петлями и вращаются на оси, вваренной в каркасы створок. Оси створок дверей посажены на опоры. Ведомые (внутренние) створки вверху имеют кронштейн с роликами. При работе дверей ролики движутся по направляющим и ведут за собой створку двери. Створки дверей

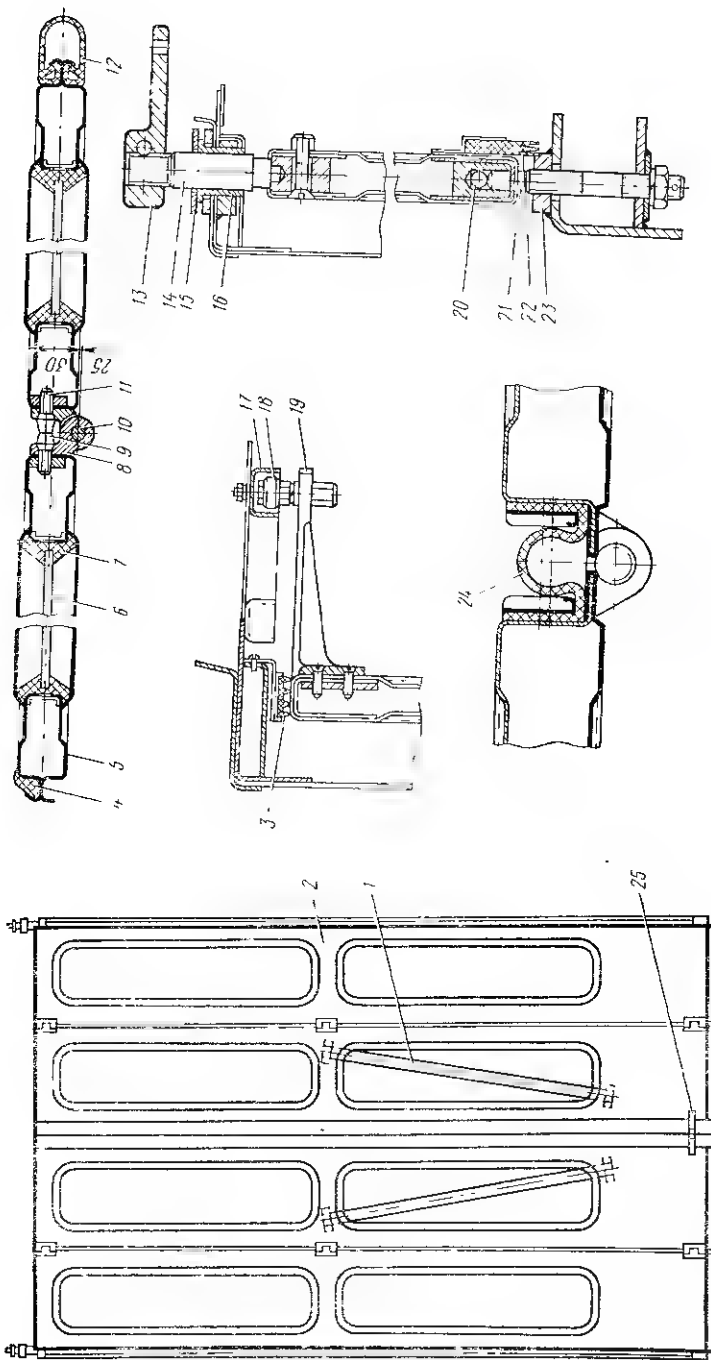


Рис. 21. Четырехстворчатая дверь поворотного складного типа вагона Т-3

остеклены: передней двери — в верхней и нижней частях, а задней и средней дверей — только в верхних частях. С целью утепления салона и защиты его от пыли и снега двери имеют уплотнение из резиновых профилей.

Две створки четырехстворчатой двери соединены шарнирными петлями 8 (рис. 21) с центральным стержнем 10 и представляют половину двери. Каждая половина двери посредством жесткой верхней цапфы 14 и поддающейся регулировке нижней цапфы 21 установлена в гнездах и кронштейнах боковой стенки вагона. Створки дверей 2 — сварные из штампованных профилей 5. Прорезы в створках застеклены стеклом 6 типа «Сталинт» и уплотнены резиновым профилем 7. На внутренней стороне внутренних створок дверей установлены трубчатые поручни 1 для удобства входа и выхода пассажиров. На верхней цапфе 14 закреплен рычаг управления дверями 13. Для возможности регулировки его положения цапфа имеет специальные пазы. Цапфа 14 помещается во втулку 16 и нижним концом вваривается в створку двери. Втулка 16 изготовлена из пластмассы для уменьшения трения и удерживается от проворачивания и выпадания державкой 15, нижняя цапфа резьбой соединена с гнездом 23. Высота ее регулируется и фиксируется концевой гайкой. На нижнюю цапфу опирается через стальной шарик 20 створка дверей, что снижает трение и облегчает работу привода дверей. Вверху, перед дверным проемом, расположен направляющий желоб 17 дверей. Дверные створки перемещаются по направляющим и удерживаются в них штырями с шарикоподшипниками 18, закрепленными в кронштейнах 19 дверных створок. Крайнее положение открытия дверей регулируется установкой тяг привода дверей. Двери должны открываться до предела, т. е. вплоть до упора, помещенного на боковой стенке ступенек.

Дверные проемы и створки взаимно уплотнены эластичными резиновыми профилями. Средние створки в месте разреза уплотнены полым резиновым профилем 12, что защищает пассажира от зажатия между створками дверей. Щель между взаимосопряженными створками закрыта прорезиненным полотном 24. В нижней части двери уплотнены щеткой 22, а вверху — уплотнителем 3. С обеих сторон дверного проема по вертикали проложено резиновое уплотнение 4. Перелому дверей наружу при их закрывании в месте шарнирного соединения створок препятствует резиновый упор 9, закрепленный шурупом 11 и помещенный в верхнем и нижнем краях дверных створок. Внизу с наружной стороны средних дверных створок поставлены петли 25, что позволяет закрыть двери вагона при его отстое на висячий замок. Открывание и закрывание дверей осуществляются водителем посредством дистанционно управляемого электромеханического привода, размещенного в нише над дверями.

Управление дверями — раздельное из кабины водителя, а при работе по системе многих единиц — из кабины головного вагона. Положение дверей на приборном щитке водителя указывается

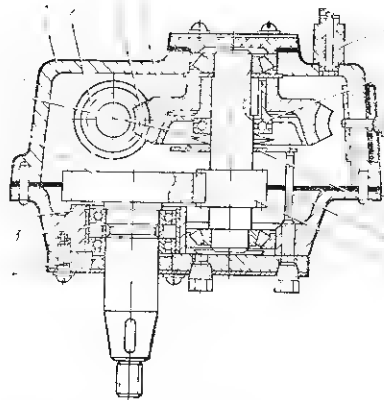


Рис. 22. Двухступенчатый редуктор электромеханического привода дверей троллейбусов ЗИУ

световым сигналом. Для аварийного открывания дверей пассажирами в вагоне у каждой двери установлены специальные кнопки. Дверные ступеньки покрыты рифленой резиной для лучшего сцепления с обувью пассажиров, а на троллейбусах укладывают диэлектрическую резину, чтобы предупредить поражение пассажиров токами утечки в случае повреждения изоляции токоведущих частей.

Трамвайные вагоны Т-3, КТМ 5МЗ и троллейбусы ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б оборудованы электро-механическим приводом дверей. Он установлен в нише над дверями и состоит из электро-

двигателя, соединенного муфтой с редуктором, двулучевого рычага (коромысла), регулируемых по длине тяг и рычагов, жестко закрепленных на цапфах дверных створок. Наиболее ответственным узлом является двухступенчатый редуктор. В корпусе редуктора 1 (рис. 22), закрытом крышкой 8, размещен червяк 2 и червячное колесо 3, свободно вращающееся на хвостовике фрикциона 4. Фрикцион на шпонке жестко насажен на хвостовик ведущей шестерни 11, которая находится в зацеплении с ведомым зубчатым колесом 15. Силу сцепления фрикциона с червячным колесом регулируют тремя винтами 10 через диск, 9, тарельчатую пружину 16 и упорный шариковый подшипник 6. На конический хвостовик колеса 15 насажено коромысло. Вращающий момент двигателя через червячную передачу и зубчатую пару 11, 15 передается коромыслу. Усилие двулучевого рычага через тяги передается на рычаги створок дверей и перемещает их. Хвостовик колеса 15 помещен в двух шариковых подшипниках, плотно посаженных во втулку 14 через распорную втулку 13, и уплотнен в крышке корпуса редуктора сальником 12. Для осмотра и заливки масла в корпусе редуктора предусмотрено смотровое окно, закрытое крышкой 7. Для поддержания в картере редуктора атмосферного давления в него ввернута отдушина 5. Фрикцион усложняет конструкцию редуктора, но он необходим для предотвращения травмирования пассажиров створками дверей, а также поломки привода и створки дверей в случае перегрузок.

Трамвайные вагоны РВЗ 6, РВЗ-7, ЛМ-57, ЛМ-68 и троллейбусы производства ЧССР оборудованы пневматическим приводом дверей. Пневматический цилиндр 1 (рис. 23) установлен на полу вагона. Шток цилиндра соединен регулирующей тягой 2 с кронштейном ведущей дверной створки 3. Управление осуществляется через электропневматический вентиль 4.

Дверной цилиндр имеет две камеры: средняя между малым и большим поршнем постоянно наполнена сжатым воздухом из напорной магистрали и крайняя — сторсы большого поршня сообщается с напорной магистралью или с атмосферой через электропневматический вентиль. При обесточенной катушке вентиль сжатый воздух заполняет камеру со стороны большого поршня и перемещает его в сторону меньшего поршня — дверь закрывается.

При включении вентиль камера со стороны большого поршня соединяется с атмосферой, давлением воздуха в средней камере подвижная система перемещается в сторону большого поршня и дверь открывается.

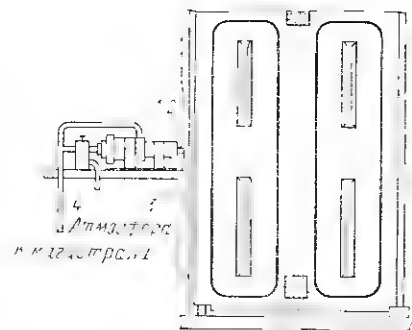


Рис. 23. Схема пневматического привода дверей вагона ЛМ-68

§ 14. Стеклоочиститель и его привод

Для очистки лобового стекла от капель дождя, запотевания, брызг грязи и снега применяется стеклоочиститель. По роду привода стеклоочистители подразделяют на пневматические и электро-механические. Пневматические стеклоочистители устанавливаются на подвижном составе, имеющем пневматическое оборудование на всех троллейбусах и на трамвайных вагонах РВЗ и ЛМ.

На вагонах Т-3 и КТМ-5МЗ установлены электро-механические стеклоочистители. Такой стеклоочиститель состоит из электродвигателя, гибкого вала, редуктора и щетки.

Электродвигатель постоянного тока получает питание от аккумуляторной батареи, рассчитан на номинальное напряжение 24 В (или 12 В). Вращающий момент от вала электродвигателя передается гибким валом червяку редуктора. Редуктор состоит из червяка 1 (рис. 24) и червячного зубчатого колеса 4 с эксцентриком.

Ось эксцентрика соединена с рычагом 5, конец которого насажен на ось щетки стеклоочистителя. Вал червяка вращается в шариковых подшипниках 2, а вал червячного колеса — в подшипниках скольжения. Подшипники обоих валов запрессованы в тело корпуса 3 редуктора.

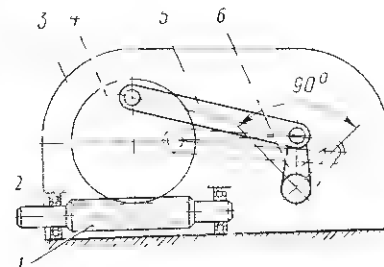


Рис. 24. Редуктор стеклоочистителя

Эксцентрик червячного колеса преобразует вращательные движения в возвратно-вращательное движение оси щетки, угол поворота которой составляет 90° . На оси щетки зажимной цапгой укреплен держатель со щеткой. Зажимная цапга позволяет вручную регулировать положение щетки на стекле.

§ 15. Сигнальные приборы

На трамвайных вагонах ЛМ установлены звонки с воздушным приводом, на всех остальных трамвайных вагонах — электрические звонки, а на троллейбусах электрические звуковые сигналы С101. Расположены они, как правило, под кабиной водителя. Кроме того, на всех трамвайных вагонах и троллейбусах установлен электрический звонок в кабине водителя. Он предназначен для осуществления связи пассажиров с водителем и приводится в действие нажатием кнопки, расположенной в салоне над каждым дверным проемом.

Для освещения пути на всех трамвайных вагонах и троллейбусах применяют две фары автомобильного типа (ФГ-122), переключающиеся на дальний и ближний свет. При включении фар на дальний свет путь освещается на расстоянии 200 м. В фарах установлены двухнитевые лампы мощностью 40...60 Вт.

Для указания направления движения трамвайные вагоны и троллейбусы имеют маршрутные указатели: освещаемые передний и задний и неосвещаемый боковой.

На троллейбусах устанавливают габаритные фонари, которые в ночное время определяют габарит троллейбуса в вертикальных проекциях. Они установлены на крышечной части кузова примерно на расстоянии 70 мм от верхней кромки и 100 мм от торцов машины. Передние фонари имеют рассеиватели из стекла белого или зеленого цвета, а задние — красного.

На задней стенке трамвайных вагонов установлены сигнальные фонари с линзами красного цвета. В ночное время или днем при плохой видимости они предупреждают идущий сзади трамвайного вагона транспорт.

На задней стенке всех типов трамвайных вагонов и троллейбусов установлены стоп-сигналы в виде двух фонарей с красными линзами. Они включаются автоматически при приведении в действие тормозов и хорошо видны как ночью, так и днем.

Весь подвижной состав оборудуют указателями поворота. Как правило, на трамвайном вагоне или троллейбусе устанавливают шесть ламп указателей поворотов: по две спереди, сбоку и на задней стенке вагона. Передние фонари имеют линзу белого цвета, боковые и задние — желтого. Последовательно с лампами включено тепловое реле РС-401 (прерыватель), вызывающее мигание ламп примерно 2 раза за 1 с. Для информации водителя о состоянии различных электрических цепей и работе оборудования на пульте водителя установлены сигнальные лампы.

IV

ТЕЛЕЖКИ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ

§ 16. Типы тележек

Ходовые части трамвайных вагонов служат для равномерного распределения и передачи веса кузова и пассажиров на колесные пары, а также для восприятия тягового усилия от колесных пар и передачи его кузову.

Двухосные моторные и прицепные вагоны выполнены бестележечными со свободно установленными в раме вагона осями колесных пар. Все четырех- и шестисосные вагоны имеют двухосные поворотные тележки. Применение их обеспечивает наиболее плавное вписывание вагонов в кривые и достаточно спокойный ход на прямых участках пути при наибольших допустимых скоростях движения. Поворот тележек относительно кузова осуществляется при помощи пятника, установленного на шкворневых балках рамы кузова и тележки.

По конструкции несущей части различают рамные и мостовые тележки. Рамные тележки применяются на вагонах МТВ-82. Основными элементами тележки являются: рама, колесные пары, осевые подшипники, редуктор и тормозные устройства. Рама тележки сварная, имеет две продольные и две поперечные балки коробчатого сечения. В местах сварки балок установлены листовые усиливающие накладки.

Тележки вагонов Т-3, ЛМ 68, КТМ-5МЗ не имеют специально изготовленной рамы и относятся к разряду мостовых тележек. Расстояние между центрами осей колесных пар в тележке, в зависимости от типа вагона, принимают равным 1900...1940 мм. Это расстояние называют базой тележки. В тележке мостового типа оси колесных пар 4 (рис. 25) размещены внутри короткого 20 и длинного 21 стальных кожухов, которые одновременно являются корпусом редуктора 17 и в совокупности с колесной парой составляют конструкцию, подобную заднему мосту автомобиля.

Осевые кожуха в соединении с продольными балками 15 образуют конструкцию, подобную раме тележки и выполняющую ее функцию. Две полурамы, состоящие каждая из жестко соединенных осевого кожуха и продольной балки, соединены между собой в цилиндрической отверстии наконечника 23 с резиновыми вкладышами 3, чем достигается более плавный ход вагона. Тележка имеет центральное рессорное подвешивание 1, которое размещено между продольной балкой 15 и шкворневой балкой

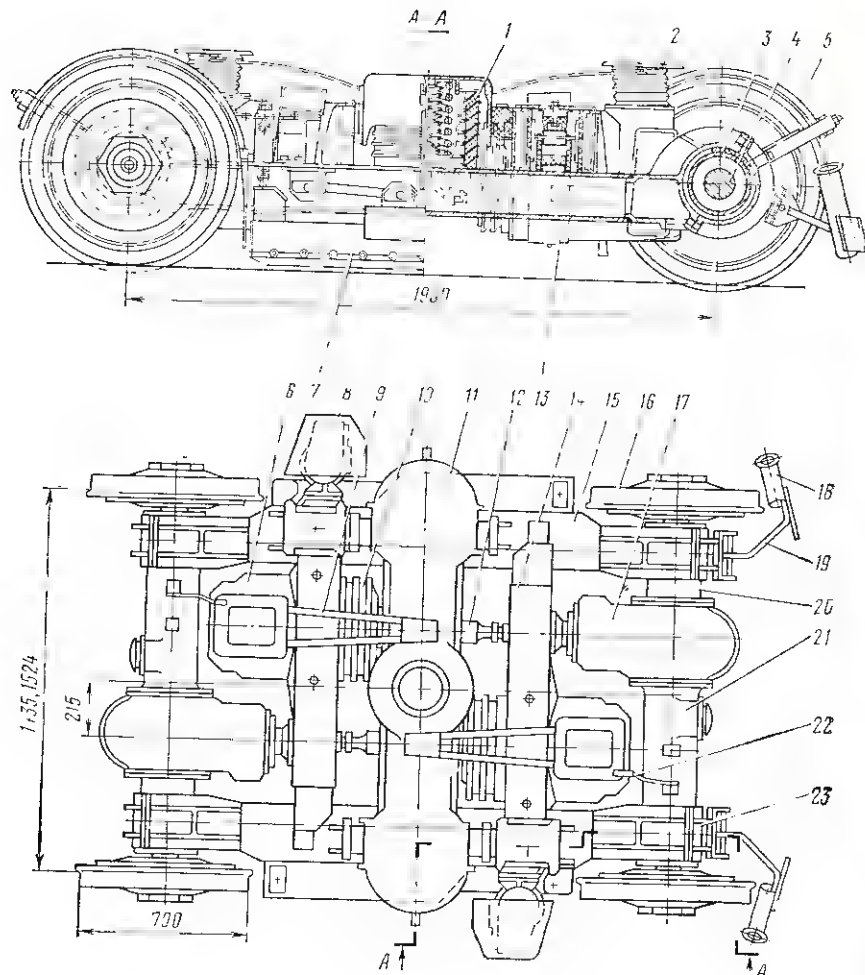


Рис. 25. Тележка вагона Т-3

тележки 11 и состоит из комплекта стальных витых пружин и резиновых колец. Для лучшего подрессоривания вагона и снижения шума при его движении применены подрезиненные колеса 16. На тележке размещены два тяговых двигателя 6; вращающий момент вала якоря тягового двигателя передается редуктору карданным валом 12. Каждый двигатель соединен заземлителем 22 с осью колесной пары.

На тележке размещены механический барабанный тормоз 10 с электромагнитным (соленоидным) приводом 8 и электромагнитный рельсовый тормоз 7. Кроме того, вагон имеет электродинамический реостатный тормоз. Тяговые двигатели подвешены к поперечным подрессоренным балкам 14 посредством поясов 13.

Воздух для охлаждения тяговых двигателей поступает из пустотой балки рамы кузова через гибкие патрубки (меха) 2, поддерживаемые листовыми пружинами 9. Надколесные кожуха 5 предохраняют подвагонное оборудование от разбрызгиваемой колесами грязи.

Для подачи песка под колеса спереди тележки размещены направляющие рукава песочницы 18 и их кронштейны 19.

Передняя и задняя тележки по конструкции, изготовлению и сборке их узлов и деталей одинаковы. Отличие их заключается лишь в том, что на первой оси передней тележки размещен привод скоростемера (таходинамо). В случае замены оси привод может быть перемонтирован на любую другую ось вагона Т-3. В процессе эксплуатации для обеспечения равномерного износа реборд и увеличения срока службы колесных пар практикуют кантовку тележек, т.е. поворот их вокруг пятниковой опоры на 180°, иногда при этом переднюю и заднюю тележки меняют местами. В том и другом случае следует выполнить перемонтаж привода и кронштейна направляющих рукавов песочниц, а также изменить обозначение зажимов и кабелей в электрических цепях.

Тележки шириной колеи 1435 и 1000 мм отличаются от тележек колеи 1524 мм уменьшенным расстоянием между внутренними гранями бандажей, укороченными чулками кожуха редуктора, меньшей длиной поперечных балок (шкворневой и для подвески тяговых двигателей).

Основные технические данные тележки вагона следующие:

Масса	3 750 кг
База	1 900 мм
Диаметр колеса по кругу катания	700 »
Грузоподъемность тележки	11 000 кг
Число тяговых двигателей	2

Тележки вагонов РВЗ 6, ЛМ-57, ЛМ-68М, КТМ-5МЗ аналогичны описанной выше. На тележках вагонов РВЗ и ЛМ установлены тормозные цилиндры, так как эти вагоны имеют пневматический тормоз.

§ 17. Продольные и поперечные балки

Продольная балка сварной конструкции состоит из штампованной средней части 6 (рис. 26) коробчатого сечения и двух стальных литых наконечников 1. Одна часть разъемного наконечника — лапа — соединена со средней частью электросваркой. Вторая часть наконечника — шапка 7 — закреплена на лапе шестью болтами 8 и образует в соединении с лапой цилиндрическое отверстие, в котором размещается короткий (или длинный) наконечник корпуса редуктора. Продольная балка служит также для установки центрального рессорного подвешивания и поперечных балок подвешивания тяговых двигателей. К балке

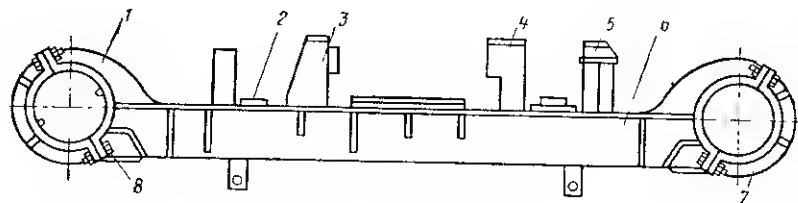


Рис. 26. Продольная балка тележки вагона Т-3

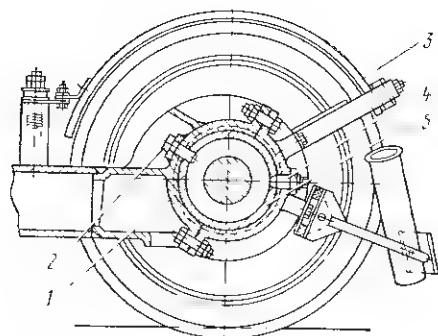


Рис. 27. Устройство реактивного упора тележки вагона Т-3

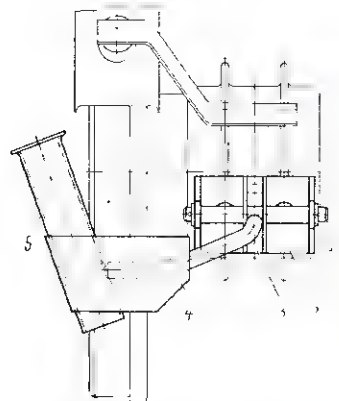


Рис. 28. Направляющее устройство рукава песочницы вагона Т-3

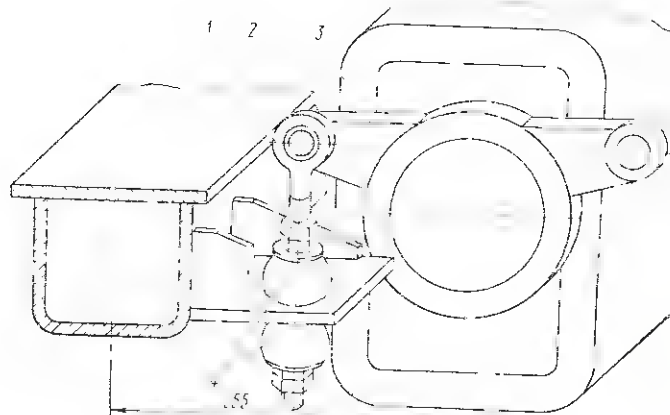


Рис. 29. Реактивный упор тележки вагона ЛМ 68

приварены кронштейны 3, 4, которые через резиновые буфера фиксируют положение шкворневой балки тележки. Кронштейн 5 совместно с кронштейном 1 служит для крепления поперечной балки подвешивания тягового двигателя. Второй конец этой балки крепят на противоположной продольной балке к кронштейну 2.

Для того чтобы обеспечить устойчивое нормальное зацепление зубчатых колес редуктора, корпус его не должен поворачиваться относительно оси колесной пары. Чтобы жестко зафиксировать его положение в тележке, применяется так называемый реактивный упор, не допускающий перемещения чулка редуктора в наконечнике продольной балки тележки. Короткий наконечник корпуса редуктора 5 (рис. 27) жестко крепят в разъемном наконечнике 1 продольной балки, а его нормальное положение фиксируют специальными штифтами: коническим 4 и цилиндрическим 2, которые и выполняют роль реактивного упора, предупреждая проворачивание корпуса редуктора. На приливах наконечников продольных балок тележки устанавливают кронштейны для крепления грязезащитных надколесных кожухов 3. Грязезащитные кожуха изготовлены из стального листа толщиной 1 мм. На концах они имеют резиновые фартуки. Второй конец кожуха крепят к кронштейну, приваренному к продольной балке. Для предохранения от излома грязезащитные кожуха крепят к кронштейнам упруго, через резиновые гасители. На передних торцах продольных балок первой по ходу вагона тележки укреплены направляющие устройства для рукавов песочниц, состоящие из стальной трубки 5 (рис. 28), приваренной к кронштейну 4. Кронштейн крепят в упоре 3 на валике 1, который установлен в проушинах скобы 2. Положение трубки 5 поддается регулировке по высоте и наклону, что позволяет обеспечить подачу песка на головку рельса при прохождении вагона как по прямому участку пути, так и в кривых различного радиуса.

В конструкции реактивного упора, примененной на вагонах ЛМ и РВЗ, поводок 1 (рис. 29) шарнирно связан с горловиной корпуса редуктора 3. Через резиновые гасители 4 поводок упруго связан с продольной балкой 2 тележки. Реактивные упоры расположены на тележке по диагонали и установлены со стороны коротких наконечников корпуса редуктора.

Горизонтальное положение горловины обеспечивается регулировкой поводков 1. Отклонение от горизонтали допускается в пределах ± 10 мм.

На вагонах РВЗ-7 внутренняя полость продольной балки используется как дополнительный резервуар системы пневматического центрального подвешивания. Поэтому сварные швы балки должны быть не только прочными, но и плотными. Для проверки плотности их подвергают гидравлическому испытанию водой при изготовлении и при капитальном ремонте вагона.

Поперечные балки на современных тележках мостового типа отсутствуют — их роль выполняют корпус редуктора и расположенная в нем ось колесной пары.

Колесные пары воспринимают и передают на рельсы полную нагрузку от веса вагона и пассажиров, в процессе движения осуществляют контакт с неподвижными рельсовыми путями и направляют движение вагона в прямых и кривых участках пути. От исправности колесных пар зависит безопасность движения трамвайных поездов.

Колесная пара состоит из оси и напрессованных на нее двух колес. Колесная пара сцепного вагона или поддерживающей тележки шарнирно-сочлененного вагона в средней части оси имеет тормозной диск, а все колесные пары моторных тележек являются ведущими и у них на среднюю часть оси напрессовано ведомое зубчатое колесо: на вагонах Т-3, КТМ-5МЗ и РВЗ-7 коническое, а на РВЗ-6, ЛМ и МТВ-82 — цилиндрическое.

В зависимости от конструкции колесного центра различают колесные пары с жесткими и подрезиненными колесами. Жесткое колесо имеет стальной литой центр, напрессованный в холодном состоянии на ось усилием от 300 до 600 кН в зависимости от размеров центра и оси. Такие колесные пары применены на вагонах МТВ-82 и вагонах специального назначения (снегоочистителях, рельсотранспортерах, грузовых платформах и т. п.). У колесных пар с подрезиненными колесами стальной диск с насаженным на него бандажом крепят на ступице через резиновые прокладки. Такие колесные пары устанавливают на всех современных вагонах, так как они в значительной мере снижают шум, возникающий при движении вагона.

Колесные пары различаются также по типу букс, точнее по месту расположения буксовых подшипников. На вагонах МТВ-82 буксовые подшипники расположены на наружных шейках осей, а на всех остальных вагонах — на внутренних, т.е. между ступицами колесных центров.

Ось колесной пары вагона Т-3 изготовлена из легированной хромо молибденовой стали. Длина оси $1660 \pm 0,4$ мм, диаметр оси переменный — от 100 до 110 мм. На шейку 5 (рис. 30) нагрессована ступица ведомого зубчатого колеса редуктора. На шейку 4 посажены два однорядных радиально-опорных шариковых подшипника, а на шейку 6 один такой же подшипник, положение которого фиксируется дистанционной втулкой. Подшипники воспринимают на себя вес кожуха редуктора. На шейках 2 и 7 ус-

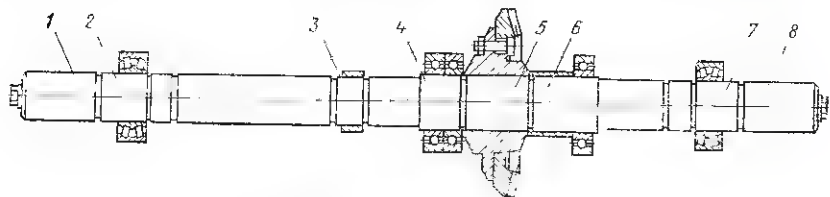


Рис. 30. Ось коленой при входе Т-3

тановлены радиально сферические двухрядные роликовые подшипники внутренних осевых букс. На шейку 3 плотно насажено медное кольцо заземлителя, а шейки 1 и 8 являясь подступичными частями осей, на них цапсуют ступицы подрезанных колес.

Подрезиненное колесо вагона Т-3 состоит из основной стальной ступицы 10 (рис. 31) с приваренными к ней штампованным упорным диском 11 и усиливающим коническим диском 13, двух резиновых вкладышей 1, моноблока 16 (колесный диск и бандаж отштампованы в монолитном блоке), съемного штампованного отжимного диска 8 с приваренными к нему усиливающим коническим диском 2 и направляющей втулкой 6 (иногда называют дополнительной ступицей). Гайка 4 служит для сжатия эластичных вкладышей между дисками и колесным центром. Положение гайки фиксируется двумя приваренными планками 3. Для того чтобы обеспечить прохождение тока в рельсы в обход эластичных резиновых вкладышей, на каждом колесе устанавливают два гибких заземляющих соединения 14 (медная плетенка), которые электрически надежно соединяют моноблок через отверстие 9 специальной цапфой 15 с усиливающим диском.

Для облегчения снятия ступицы колеса с оси при распрессовке колесной пары предусмотрено специальное сверление в ступице с резьбой $\frac{1}{4}"$ под наконечник ручного пресса с целью подачи масла под давлением на распрессовываемую поверхность. Отверстие заглушено резьбовой пробкой 7.

Упорный и нажимной диски имеют 12 отверстий диаметром 25,4 мм, равномерно расположенных по образующей окружности. В эти отверстия входят выступы-фиксаторы резиновых эластичных вкладышей. Наружная торцовая кромка направляющей втулки 6 коническая, что позволяет центрировать ее гайкой при сборке колеса. Внутренний диаметр направляющей втулки обеспечивает ее свободную посадку на основную ступицу с зазором не более 0,2 мм. Для взаимного соединения втулки и основной ступицы предусмотрены два удлиненных выступа (уса) втулки,

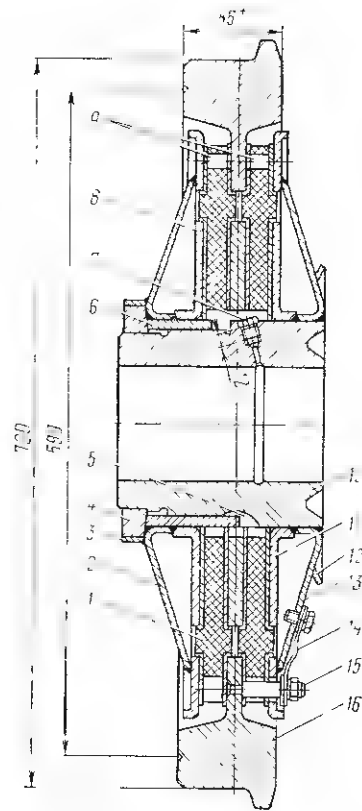


рис. 31. Подрезанное колесо вагона ТЗ

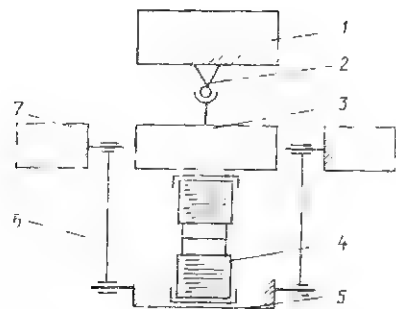


Рис. 34. Схема рессорно-люльчатого подвешивания вагона МТВ-82

обладать повышенным внутренним трением, чтобы успешно противодействовать колебанию кузова на рессорах и способствовать затуханию колебаний. Для обеспечения необходимой степени гибкости в конструкции рессорного подвешивания вводят цилиндрические пружины (спиральные рессоры), а для гашения колебаний применяют листовые рессоры и резиновые гасители, так как и те и другие имеют значительное внутреннее трение и быстро поглощают энергию возникающих колебаний.

Комбинацию из листовых и спиральных рессор применяли на вагонах старых выпусков МТВ-82, КТМ-1, КТМ-2 и других, имевших тележки с жесткой рамой. В конструкциях этих тележек применялось двойное рессорное подвешивание, при котором две системы рессор работают последовательно. Шкворневая балка 1 (рис. 34) кузова через пятник 2 опирается на шкворневую балку 3 тележки, которая находится в проеме между двумя поперечными балками 7 рамы тележки. Шкворневая балка тележки опирается на две эллиптические рессоры 4, установленные на поперечную балку 5, которая подобно люльке подвешена серьгами 6 к поперечным балкам 7 рамы тележки. Рама тележки, в свою очередь, через спиральные цилиндрические пружины опирается на буксы, в которых размещены осевые буксовые подшипники, насаженные на шейки оси колесной пары. Таким образом, нагрузка от веса кузова и пассажиров передается через пятник, шкворневую балку, эллиптические рессоры, поперечную подвесную балку (люльку), раму тележки, цилиндрические пружины на корпус буксы, подшипник и ось колесной пары. В данной конструкции последовательно срабатывают две системы рессор: сначала эллиптические рессоры, а затем цилиндрические пружины.

На современных трамвайных вагонах, как у нас, так и за рубежом, применяют тележки мостового типа с безлюльчатым рессорным подвешиванием. Она значительно проще и имеет лучшие показатели в эксплуатации: более спокойный ход вагона, меньший шум. На вагонах Т-3, КТМ-5МЗ, РВЗ-6М и ЛМ-68 применено центральное рессорное подвешивание, представляющее собой два комплекта гасителей, размещенных на продольных балках тележки. Каждый комплект гасителей состоит из наружной 3 (рис. 35) и внутренней 2 спиральных пружин и шести резиновых колец 6, между которыми проложены стальные прокладки (тарелки) 8. Пружины изготавливают из круглой пружинной стали путем навивки в горячем состоянии на цилиндрический стержень. Затем их подвергают термической обработке по специальной тех-

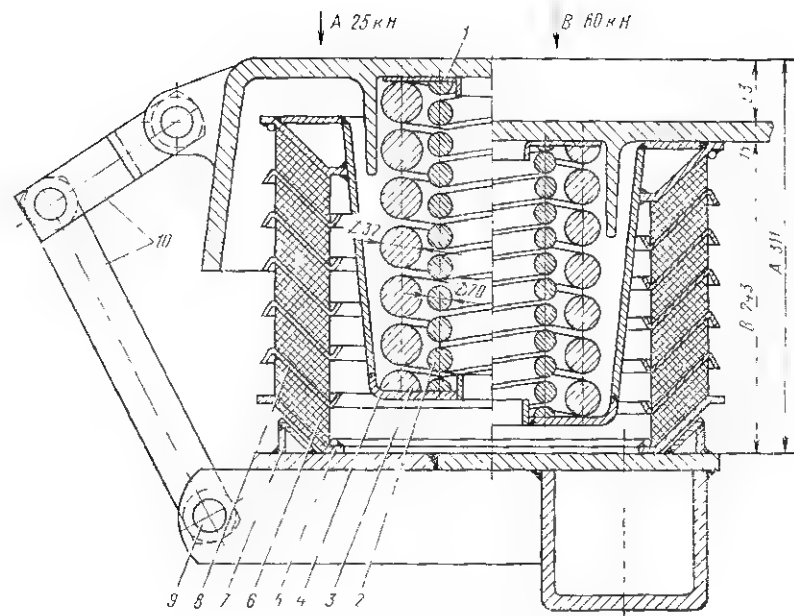


Рис. 35. Центральное рессорное подвешивание вагона Т-3

нологии. Торцовые поверхности пружин обрабатывают по плоскости, перпендикулярной геометрической оси, что обеспечивает равномерное распределение нагрузки и исключает перекос пружин. Наружная пружина имеет пять рабочих витков, средний диаметр витка 140 мм, диаметр прутка 32 мм, высота пружины в свободном состоянии 240 мм, в состоянии полного сжатия 270 мм. Внутренняя пружина имеет 8,5 рабочих витков, средний диаметр витка 82 мм, диаметр прутка 20 мм. Направления витков наружной и внутренней пружин противоположны, что исключает возможность попадания и защемления витков внутренней пружины между витками наружной пружины.

Комплект спиральных пружин устанавливают в конический стальной стакан (поддон) 4. В днище стакана вварено направляющее стальное кольцо, фиксирующее и удерживающее комплект пружин в центральном положении. Верхнее гнездо образует цилиндрический прилив на шкворневой балке по наружному диаметру пружинного комплекта и съемное штампованное кольцо 1 с горловиной под внутренний диаметр пружины. Стакан с вложенным в него пружинным комплектом опирается своим верхним фланцем на резиновые кольца, для чего к верхнему фланцу стакана приварено опорное кольцо, конус которого совпадает с уклоном опорных поверхностей резиновых колец.

Резиновые кольца по наружному и внутреннему диаметрам имеют цилиндрические образующие, а торцовые поверхности

имеют форму усеченного конуса. На эти поверхности укладывают стальные тарелки. Твердость резиновых колец, измеренная по шкале Шора, должна быть в пределах от 46 до 55 единиц. Стальные тарелки штампуют из листа толщиной 2 мм. Они равномерно распределяют нагрузку по всей опорной поверхности резиновых колец и одновременно придают набору колец необходимую жесткость. Резиновые кольца опираются через нижнее стальное опорное кольцо 5 на стальную конусообразную тарелку 7, приваренную к продольной балке рамы тележки в ее центральной части, строго по поперечной оси тележки. Для размещения тарелки 7 к верхней полке продольной балки приваривают дополнительный лист (на рис. 35 имеет штриховку другого направления).

Сверху на два комплекта гасителей опирается своими концами шкворневая балка тележки. В средней части шкворневой балки размещен подпятник, являющийся опорой для кузова. Вес кузова и пассажиров передается через шкворневую балку и два комплекта гасителей на продольные балки и далее через буксовые подшипники на оси колесных пар. По мере возрастания нагрузки, вызванной увеличением числа пассажиров в салоне или неровностями рельсового пути, различают две стадии в работе рессорного подвешивания: совместную работу пружин и резиновых гасителей до момента полного сжатия витков пружины и затем работу только резиновых колец.

На вагонах отечественного производства РВЗ-6М, ЛМ-68, КТМ-5МЗ под днищем поддона на продольной балке уложена резиновая прокладка, которая служит упором поддону при предельных прогибах рессорного подвешивания. В данном случае в работе рессорного подвешивания имеется третья стадия, когда совместно работают резиновые гасители и резиновая прокладка. Наличие резиновой прокладки исключает возможность жестких ударов поддона о продольную балку при предельных прогибах рессорного подвешивания. Толщина ее на вагонах РВЗ-6М 30 мм.

Нагрузка на один комплект гасителей на вагоне Т-3 (см. рис. 35) при порожнем вагоне составляет 25 кН, а при максимально заполненном и с учетом динамических воздействий 60 кН. Для ограничения наибольшего подъема шкворневой балки относительно рамы тележки предусмотрены тяги 10, шарнирно соединенные между собой валиками 9. Тяги позволяют при необходимости поднимать кузов вагона вместе с тележками.

Состояние рессорного подвешивания оказывает значительное влияние на безопасность движения трамвайных вагонов, поэтому особое внимание уделяется правильности его сборки. Стальные пружины и резиновые кольца с увеличением нагрузки должны обеспечивать плавное сжатие без рывков. Кроме вертикального сжатия, комплект гасителей противодействует боковым колебаниям вагона, снижает их и постепенно сводит на нет.

Наличие резиновых колец способствует снижению шума и вибрации, которые возникают в результате взаимодействия колес и рельсов в процессе движения вагона.

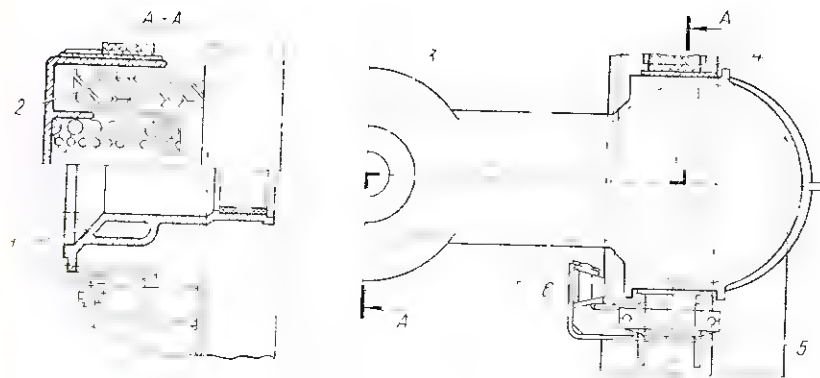


Рис. 36. Шкворневая балка вагона Т-3

Шкворневая балка 7 (рис. 36) расположена перпендикулярно продольной оси тележки и обоими концами опирается на комплекты гасителей 2. По конструкции она представляет собой стальную литую балку, в середине которой расположен конический подпятник 1 с цилиндрической направляющей 3 для установки и соединения с направляющей цапфой (пятой) кузова. Таким образом, посредством шкворневой балки тележки осуществляется соединение кузова вагона с тележкой.

Для того чтобы обеспечить плавную передачу горизонтальных усилий, возникающих между шкворневой и продольными балками рамы тележки в тяговых и тормозных режимах, а также зафиксировать определенное положение шкворневой балки, между ее боковыми поверхностями и специальными кронштейнами 5, приваренными к продольным балкам, заложены резиновые блоки 4. В местах соприкосновения с резиновыми блоками к кронштейнам и боковым поверхностям шкворневой балки приварены стальные, термически обработанные накладки. Резиновые блоки обеспечивают плавную передачу тяговых и тормозных продольных усилий, поглощают энергию поперечных колебаний кузова на тележке и затрудняют его горизонтальные и вертикальные перемещения. Для предохранения шкворневой балки от чрезмерных поперечных колебаний на продольной балке тележки, возле резиновых блоков, установлены упоры 6.

§ 20. Передаточные механизмы трамвайных вагонов

Для передачи вращающего момента от вала якоря тягового двигателя к оси колесной пары на трамвайных вагонах используется карданно-редукторная передача — редуктор и карданный вал.

Для уменьшения износа зубьев зубчатых колес редуктора их размещают в металлическом кожухе, который называется

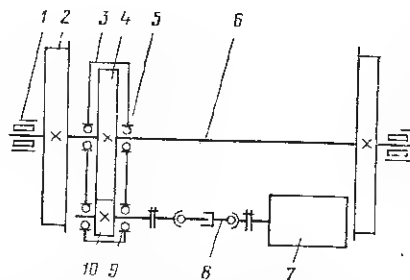


Рис. 37. Кинематическая схема карданно-редукторной передачи с одноступенчатым цилиндрическим редуктором

которой происходит соприкосновение зубьев двух зубчатых колес. Передаточным числом называют отношение числа зубьев ведомого зубчатого колеса к числу зубьев ведущей шестерни. Оно показывает, во сколько раз частота вращения вала ведомого зубчатого колеса меньше частоты вращения вала ведущей шестерни и во сколько раз возрастает передаваемый вращающий момент. При двухступенчатой передаче общее передаточное число редуктора равно произведению передаточных чисел каждой ступени. Модуль зубчатой передачи определяется путем деления диаметра начальной окружности, выраженного в миллиметрах, на число зубьев данного зубчатого колеса. Модуль характеризует размеры зубьев: высоту зуба принимают равной примерно 2,2 модуля, толщину зуба по начальной окружности — 1,57 модуля.

На всех современных вагонах тяговый двигатель полностью подпрессорен, а колесная пара не подпрессорена. Необходимо такое связующее звено, которое обладало бы достаточной прочностью для передачи вращающего момента и одновременно допускало бы свободное перемещение подпрессоренного тягового двигателя относительно связанной с ним колесной пары. Таким связующим звеном является карданный вал.

В карданно-редукторной передаче вагона МТВ-82 с тележкой типа 2ДСб буксовые роликовые подшипники 1 (рис. 37) расположены с внешней стороны колес 2. На ось колесной пары напрессовано ведомое цилиндрическое зубчатое колесо 4 с косым расположением зубьев, которое находится в зацеплении с ведущей цилиндрической косозубой шестерней 10, выполненной как одно целое с ее валом. Корпус редуктора 3 разъемный, состоит из двух половин, верхней и нижней, соединенных болтами. Линия разъема проходит через центр оси колесной пары. Корпус редуктора опирается на ось колеса 6 через два роликовых подшипника 5. Ведущая шестерня 10 при помощи двух роликовых конических подшипников 9 размещена в верхней половине корпуса редуктора. Хвостовик вала ведущей шестерни 10 фланцем со-

корпусом редуктора. В корпус редуктора заливают жидкое масло, чем обеспечивают обильную смазку зубчатой передачи. Ту часть корпуса редуктора, где размещены шестерни и масляная ванна, называют картером. При проектировании и расчете редуктора основными величинами, определяющими его конструктивные данные, являются: начальная (или делительная) окружность, передаточное число и модуль. Начальной окружностью называют условную расчетную окружность зубчатого колеса, по

единен с карданным валом 8, который другим концом соединен с валом якоря тягового двигателя 7.

Для удержания смазки подшипники корпуса редуктора снабжены лабиринтовыми и войлочными уплотнениями. В нижней половине картера редуктора предусмотрены два отверстия, которые закрываются резьбовыми пробками: верхнее предназначено для заливки, а нижнее — для слива смазки.

При движении вагона зубчатые колеса, вращаясь, вызывают интенсивное движение воздуха внутри картера редуктора, работают подобно компрессору и засасывают загрязненную атмосферную влагу через лабиринтовые и войлочные уплотнения в полость подшипников и далее в картер редуктора. Обводненная и загрязненная смазка вызывает ускоренный износ подшипников и зубьев зубчатых колес. Чтобы избежать этого, в верхней половине корпуса редуктора устанавливают сапун, который постоянно сообщает воздушную полость картера редуктора с атмосферой. Чтобы через сапун не могли попасть в картер редуктора даже мелкие посторонние предметы, полость его заполняют конским волосом.

Верхняя половина корпуса редуктора имеет специальный прилив, посредством которого корпус на пружинах подвешивают к поперечной балке рамы тележки.

На вагонах РВЗ-6 и ЛМ-68 применена карданно-редукторная передача с двухступенчатым коническо-цилиндрическим редуктором (рис. 38, 39).

Корпус редуктора вагона ЛМ 68 состоит из трех частей: короткого кожуха 2 (рис. 39), длинного кожуха 3 и горловины 5, соединенных между собой болтами и шпильками. По концам короткого и длинного кожухов, в непосредственной близости к внутреннему торцу ступицы колеса, установлены сферические буксовые подшипники 9, являющиеся опорами корпуса редуктора. Через них же вес тележки и кузова вагона передается на ось 1 колесной пары. Третьей опорой корпуса редуктора служит шариковый подшипник 8.

Двухступенчатый редуктор образуют две пары зубчатых колес. Первая пара 6 — коническая, ведущая шестерня имеет 11 зубьев, ведомое колесо — 25, форма зуба — спиральная. Вторая пара 7 — цилиндрическая косозубая, число зубьев шестерни

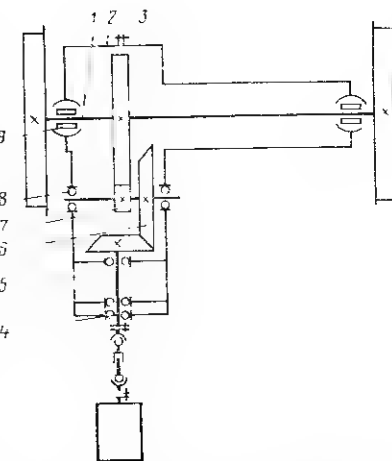


Рис. 38. Кинематическая схема карданно-редукторной передачи с двухступенчатым коническо-цилиндрическим редуктором

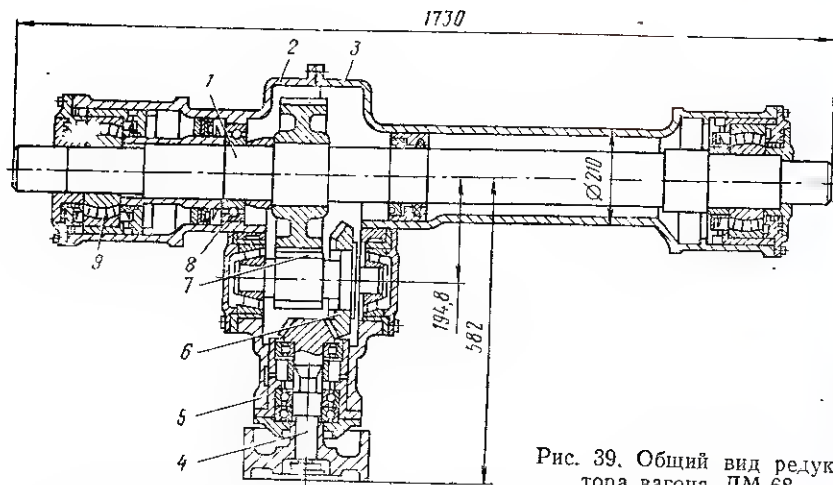


Рис. 39. Общий вид редуктора вагона ЛМ-68

13 и ведомого колеса, напрессованного на ось колесной пары, — 41. Общее передаточное число редуктора составляет 7,17.

Пара конических зубчатых колес и ведущая цилиндрическая шестерня размещены в горловине 5 редуктора. Ведущая цилиндрическая шестерня представляет одно целое с валом, к фланцу вала прикреплено ведомое коническое колесо. Вал вращается в конических роликовых подшипниках, плотно посаженных в горловину редуктора. Ведущая коническая шестерня изготовлена как одно целое с хвостовиком, который вращается в трех однорядных подшипниках качения. Один из них роликовый упорный и два шариковых опорных. На конец хвостовика ведущей шестерни 4 плотно на шлицах насажен тормозной барабан с наружным размещением тормозных колодок.

К фланцу тормозного барабана присоединен фланец карданного вала, другой конец которого соединен с валом якоря тягового двигателя.

Тяговый двигатель имеет продольное расположение в тележке, т. е. ось вала его якоря параллельна продольной оси тележки.

На вагонах Т-3 применяют редукторы трех разновидностей. В городах, где продольный профиль пути не имеет уклонов, превышающих 80%, эксплуатируют вагоны с двухступенчатым редуктором, с так называемой равнинной передачей, а также с одноступенчатым редуктором, имеющим передаточное число 7,43.

В городах, где продольные уклоны трамвайных путей достигают 80—100%, используют вагоны с двухступенчатой горной передачей.

Карданно-редукторная передача с двухступенчатым цилиндрическо-коническим редуктором (с равнинной передачей) состоит из пары цилиндрических, косозубых колес 1 (рис. 40) с числом зубьев 18/34 и пары косозубых конических колес 2

с числом зубьев 10/39. Общее передаточное число этого редуктора определяется как произведение передаточных чисел первой и второй ступени

$$i_{р.п} = (34 : 18)(39 : 10) = 7,36.$$

Двухступенчатый редуктор с горной передачей имеет такую же пару косозубых конических колес с передаточным числом 39:10 и отличается от редуктора с равнинной передачей передаточным отношением цилиндрической пары — оно равно 36:15, при этом общее передаточное число редуктора

$$i_{г.п} = (36 : 15)(39 : 10) = 9,36.$$

Во всем остальном устройстве редукторов одинаково и заменой зубчатой пары цилиндрического зацепления редуктор с горной передачей можно переделать в редуктор с равнинной передачей.

При продолжительном установившемся режиме движения частота вращения ведущего вала редуктора (цилиндрической малой шестерни) составляет около 3000 об/мин, максимально допустимая для кратковременного режима — 4000 об/мин.

В двухступенчатом редукторе вагона Т-3 оси конической и цилиндрической ведущих шестерен параллельны друг другу, причем ось цилиндрической шестерни 28 (рис. 41) расположена ниже центра оси колесной пары. Зубчатые колеса редуктора на валах и подшипниках качения монтируют в стальном литом кожухе редуктора, который состоит из картера и двух (короткого и длинного) трубчатых осевых кожухов.

Картер редуктора выполнен из двух половин с горизонтальным разъемом. Плоскость разъема проходит через общую ось ведомого конического зубчатого колеса 3 и малой ведущей конической шестерни 4. Верхняя 1 и нижняя 32 части картера скреплены шпильками. На верхней части картера помещены большая крышка 2, предназначенная для осмотра и контроля за состоянием конического зацепления, и малая крышка 8 — для осмотра цилиндрического зацепления.

В нижней части картера находится спусковое отверстие с магнитной пробкой для масла. Пробка очищает масло, находящееся в картере редуктора, от мельчайших металлических частиц — продуктов износа соприкасающихся зубьев колес. Несколько выше, также в теле нижней половины картера, предусмотрено контрольное отверстие для проверки уровня масла, закрытое контрольной пробкой 33. Уровень смазки обозначен линией А.

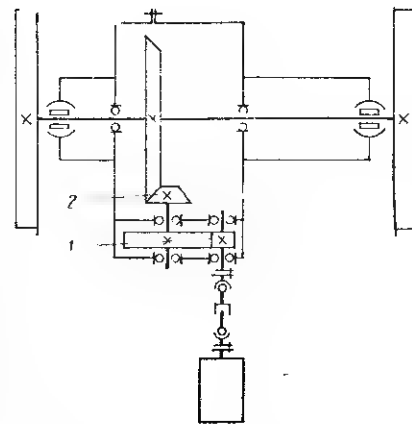


Рис. 40. Кинематическая схема карданно-редукторной передачи с двухступенчатым цилиндрическо-коническим редуктором вагона Т-3

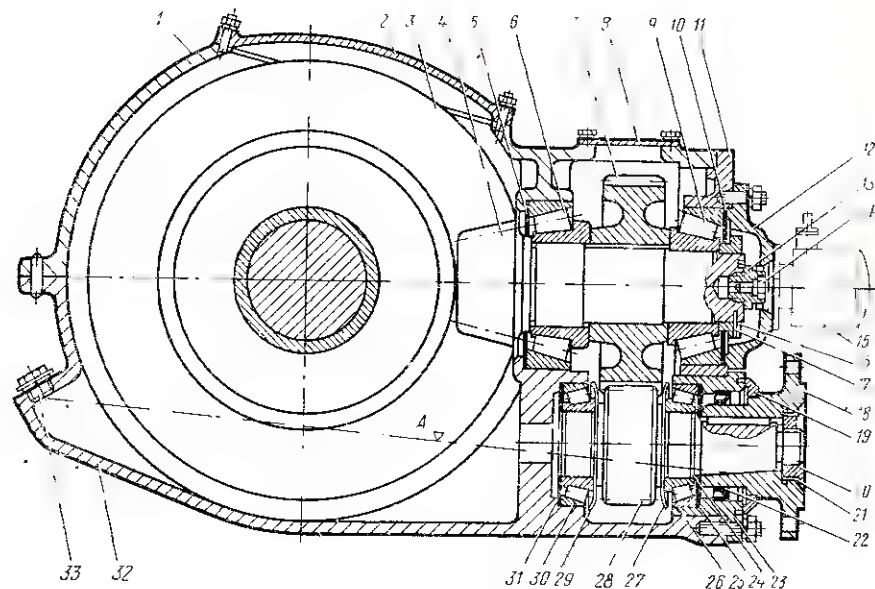


Рис. 41. Двухступенчатый редуктор вагона Т-3

Со стороны тягового двигателя картер редуктора закрыт крышкой 11, в которой размещены передние подшипники 26 и 9 ведущего и ведомого валов редуктора. По концам осевых кожухов редуктора размещены самоустанавливающиеся сферические осевые (буксовые) роликовые подшипники.

Длинный осевой кожух редуктора эластично, через резиновые вкладыши, соединен с продольной балкой тележки. Короткий осевой кожух жестко соединен с другой продольной балкой, образуя в комплексе мостовую конструкцию тележки.

В обоих осевых кожухах редуктора помещены сливные (внизу) и заправочные (вверху) пробки. Одна из верхних пробок одновременно выполняет роль сапуна, так как через отверстия в теле пробки, в теле кожуха и верхней части картера обеспечено постоянное соединение воздушного пространства картера с атмосферой, благодаря чему во внутренней полости редуктора поддерживается давление воздуха, равное атмосферному.

Уплотнение осевых подшипников на оси колесной пары выполнено посредством торцевой крышки с лабиринтовым уплотнением и маслоотражателем.

На промежуточный вал редуктора, изготовленный как одно целое с малой ведущей конической шестерней 4, насажена большая цилиндрическая шестерня 7. Вал установлен в картере редуктора на конических роликовых подшипниках 6 и 9, внутренние кольца которых насажены на вал в горячем состоянии. Положение подшипников и шестерни на валу фиксируется гайкой

16 со стопором 17. Промежуточный вал закрыт крышкой 12. В торец оси вала ведущей конической шестерни вмонтирована резьбовая пробка 13 с пазом 14 для поводка привода тахогенератора 15. Тахогенератор устанавливают только на редукторе первой оси вагона, у остальных редукторов отверстие для его присоединения закрыто специальной крышкой.

Малая цилиндрическая шестерня 28 изготовлена как одно целое с валом и установлена в горловине редуктора на конических роликовых подшипниках 26 и 30, снабженных маслоотражателями 27 и 29. Конические роликовые подшипники обоих валов редуктора воспринимают радиальные и аксиальные нагрузки. Крайний подшипник 26 расположен в стакане 23.

Уплотнение фланца 18 в стакане 23 осуществлено упругим кольцом 22 и лабиринтовым кольцом 19. Фланец 18 посажен на шпонке на конический хвостовик вала 24 ведущей шестерни и закреплен гайкой 20 с фиксатором 21.

Конструкция стакана, показанная на рис. 41, установлена на вагонах постройки до 1972 г. Для регулировки зазора роликовых подшипников нужно было снимать фланец 18, выпрессовывать стакан 23 и устанавливать необходимой толщины прокладки 25 между передним торцом наружной обоймы подшипника и стаканом. Для повышения надежности работы редуктора и снижения трудоемкости регулировки зазоров роликовых подшипников с 1972 г. применяют новую конструкцию стакана. В этом исполнении стакан 9 (рис. 42), размещенный в передней крышке 8, имеет внутреннюю резьбу, куда ввертывают установочное кольцо 7, служащее для регулировки зазора подшипников. Шаг резьбы установочного кольца 1,5 мм. На внешней окружности установочного кольца предусмотрено зацепление для более удобного проворачивания его специальным ключом. Поворот установочного кольца на один зубец меняет осевой зазор подшипников на 0,05 мм. Для уплотнения роликового подшипника 11 и установочного кольца 7 в стакане установлены резиновые кольца 1, 2 и 10, а также лабиринтовое уплотнение 3. Вал малой цилиндрической ведущей шестерни имеет конусный наконечник со шпонкой, на который насажен фланец 4, закрепленный гайкой 5 со стопором 6. Для регулировки зацепления конической передачи предусмотрены (см. рис. 41) регулирующие прокладки 5 между уступом картера редуктора и

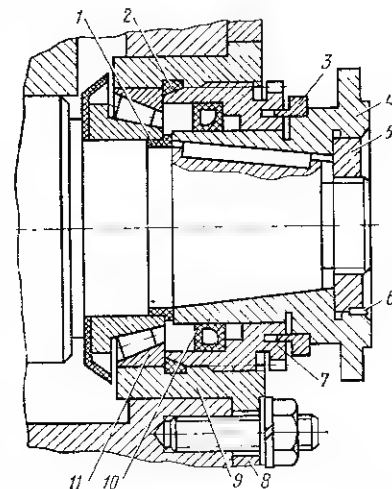


Рис. 42. Узел хвостовика ведущей шестерни редуктора

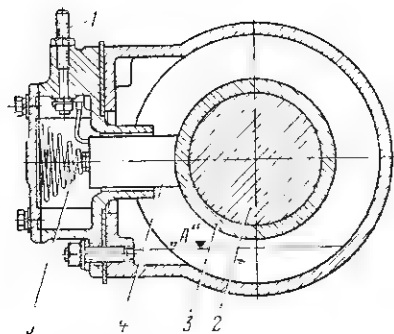


Рис. 43. Токосниматель

ции редуктора является токосниматель, обеспечивающий непрерывность электрической цепи от выводного конца тягового двигателя, через ось колесной пары к рельсу.

Токосниматель вмонтирован, как правило, в длинный осевой кожух редуктора и электрически изолирован от тела редуктора. Цепь тока замыкается через вывод 1 (рис. 43), угольную щетку 4 токоснимателя, бронзовое контактное кольцо 3, напессованное на ось колесной пары 2, колеса и рельсы. Пружина 5 обеспечивает должное нажатие щетки на контактное кольцо. Линией А обозначен уровень смазки, поддерживаемый в кожухе редуктора.

На трамвайных вагонах КТМ-5МЗ, РВЗ-7 и отдельных выпусках вагонов Т-3 устанавливают одноступенчатый конический редуктор. В карданно-редукторных передачах этих вагонов вращающий момент от вала якоря тягового двигателя 1 (рис. 44) передается через карданный вал 2

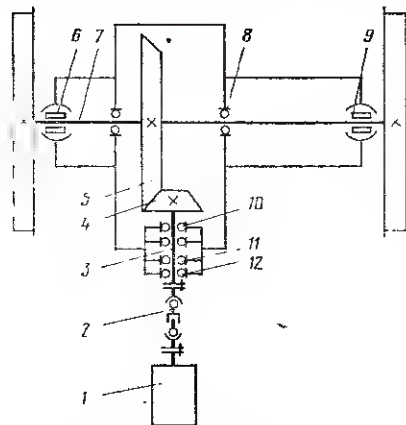


Рис. 44. Кинематическая схема карданно-редукторной передачи с одноступенчатым коническим редуктором

наружным кольцом конического роликового подшипника 6.

Регулируют аксиальный (вдоль оси) зазор в подшипниках вала конического зубчатого колеса изменением толщины прокладки 10 после демонтажа крышки 12, а регулировку аксиального зазора в подшипниках вала ведущей шестерни 28 — изменением толщины прокладок 31 и 25.

При мостовых тележках необходимым элементом конструкции

является токосниматель, обеспечивающий непрерывность электрической цепи от выводного конца тягового двигателя, через ось колесной пары к рельсу.

Токосниматель вмонтирован, как правило, в длинный осевой кожух редуктора и электрически изолирован от тела редуктора. Цепь тока замыкается через вывод 1 (рис. 43), угольную щетку 4 токоснимателя, бронзовое контактное кольцо 3, напессованное на ось колесной пары 2, колеса и рельсы. Пружина 5 обеспечивает должное нажатие щетки на контактное кольцо. Линией А обозначен уровень смазки, поддерживаемый в кожухе редуктора.

На трамвайных вагонах КТМ-5МЗ, РВЗ-7 и отдельных выпусках вагонов Т-3 устанавливают одноступенчатый конический редуктор. В карданно-редукторных передачах этих вагонов вращающий момент от вала якоря тягового двигателя 1 (рис. 44) передается через карданный вал 2 малой ведущей конической шестерне 4, изготовленной как одно целое с хвостовиком 3, размещенным в подшипниках качения 10, 11, 12, и далее через ведомое коническое зубчатое колесо 5 на ось колесной пары 7. Корпус редуктора опирается на ось колесной пары, через буксовые подшипники 6, 9 и опорные подшипники 8.

Одноступенчатый редуктор с гипоидным зацеплением вагона Т-3 имеет ведущую шестерню 4 (рис. 45) и ведомое колесо 3. Зубчатый венец ведомого колеса 3 крепят болтами на ступице, которая напессована на ось колесной пары. При этом должен

быть строго выдержан размер от торца оси колесной пары, со стороны длинного кожуха редуктора, до торца ступицы ведомого зубчатого колеса, равный $948,5 \pm 0,2$ мм при ширине рельсовой колеи 1524 мм и $906 \pm 0,2$ мм для колеи 1435 мм. Конструкция трубчатых кожухов редуктора, осевых подшипников, опорных подшипников картера редуктора и токоотводящего устройства аналогична конструкции этих элементов вышеописанного двухступенчатого редуктора.

Оси зубчатых колес одноступенчатого редуктора скрещены. Ось малой шестерни лежит под осью ведомого зубчатого колеса на расстоянии 44—45 мм. Допустимая частота вращения ведущего вала редуктора в продолжительном режиме 3000, а кратковременная — 4000 об/мин, т.е. такая же, как и у двухступенчатого редуктора. Малая шестерня имеет семь зубьев, а венец ведомого колеса 52 зуба, таким образом, общее передаточное число редуктора составляет 7,43, т.е. за 7,43 оборота якоря тягового двигателя колесная пара совершит один оборот.

Картер редуктора состоит из двух частей. Плоскость разъема

наклонная и проходит через ось ведомого колеса. На верхней части картера 5 размещена крышка 2 для осмотра зацепления передачи. Нижняя часть картера 7 со стороны тягового двигателя заканчивается крышкой 14, в которой размещено лабиринтовое уплотнение малой шестерни и маслоотражательное кольцо 19. Положение крышки фиксируется штифтом 20.

Вал малой шестерни вращается в четырех подшипниках. Радиальные усилия воспринимаются цилиндрическими роликовыми подшипниками 21 и 25, а аксиальные — двумя коническими роликовыми подшипниками 23, расположенными между цилиндрическими подшипниками. Конические подшипники и крайний цилиндрический подшипник вала малой шестерни размещены в стакане 12. На валу малой шестерни они фиксируются гайкой 16 с прорезью, в которую входит предохранитель 18, закрепленный болтом 17. Для регулировки аксиальных зазоров в подшипниках предусмотрены регулировочные прокладки 11, 13 и 26. На валу малой шестерни насажено зубчатое колесо 6, служащее для привода вала скоростемера 24, а также маслоотражательное кольцо 19 с лабиринтовым уплотнением. На конце вала выполнены продольные шлицы. При помощи шлицевого соединения на вал насаживается фланец 15 для присоединения карданного вала. Между крайним цилиндрическим 21 и коническим 23 роликовыми подшипниками установлены дистанционные кольца 10 и 22. В теле внешнего кольца 10 имеется канал для подачи смазки в подшипник. Между внешними обоймами подшипников 23 помещена распорная пружина 8 для предохранения колец от перемещения.

Вал для привода скоростемера 24 установлен на всех редукторах, а скоростемер смонтирован только на редукторе первой оси вагона. У остальных редукторов отверстия в корпусе редуктора для установки скоростемера закрыты уплотненными крышками.

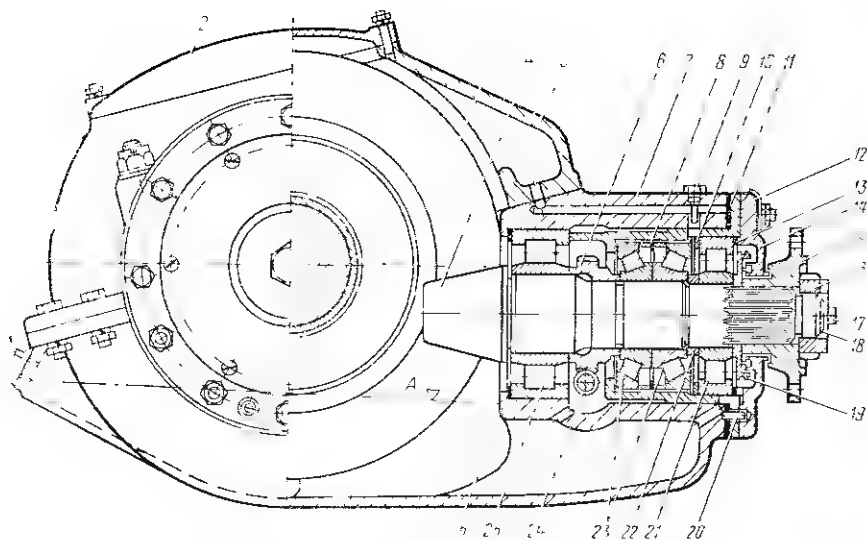


Рис. 45. Одноступенчатый конический редуктор вагона Т-3

Смазку зубчатых колес и подшипников одноступенчатых и двухступенчатых редукторов осуществляют путем заливки масла в нижнюю часть картера редуктора.

Уровень масла (см. отметку А на рис. 41 и 45) должен в состоянии покоя достигать горловины контрольного отверстия 1, закрытого пробкой, при этом объем масла составляет примерно 8 л в двухступенчатом редукторе и около 5 л — в одноступенчатом. Во время работы редуктора коническое колесо, а в двухступенчатом редукторе и цилиндрическая ведущая шестерня, вращаясь в масляной ванне, поднимает масло до сцепления колес и разбрызгивает его по стенкам картера, а в двухступенчатом редукторе и на подшипники конической шестерни.

В одноступенчатом редукторе (см. рис. 45) над конической шестерней в верхней части картера имеется маслосборник стекающего масла, из которого масло поступает через просверленное отверстие к крайнему роликовому подшипнику вала ведущей шестерни. Объем поступающего масла можно регулировать винтом 9. Часть масла проходит через цилиндрический роликовый подшипник и стекает через наклонное отверстие обратно в ванну. Другая часть масла проходит через конические подшипники, смазывает привод скоростемера и через наклонно просверленное отверстие также поступает в ванну.

Отверстия для смазки рассчитаны так, чтобы обеспечить нормальную смазку подшипников при трогании и разгоне вагона, причем уровень смазки выбран сравнительно низким, чтобы не создавать излишнего сопротивления вращающимся в масляной ванне зубчатым колесам.

Редуктор заполняют маслом через заправочные отверстия, расположенные в верхней части обоех кожухов редуктора.

Основное отличие редукторов вагонов РВЗ-7 и КТМ-5МЗ от изображенного на рис. 45 редуктора вагона Т-3 заключается в форме зацепления зубчатых колес редуктора.

В отличие от эвольвентного и гипоидного зацеплений, используемых в вышеописанных редукторах, на вагонах РВЗ-7 и КТМ-5МЗ впервые применено зацепление инж. Новикова.

Карданно-редукторные передачи различных типов вагонов отличаются также и местом расположения тормозного барабана. На вагонах КТМ 5МЗ, ЛМ-57, ЛМ-68 тормозной барабан насажен на хвостовик вала ведущей шестерни редуктора, а на вагонах Т-2, Т-3, К-2, Т4-СУ — на хвостовик вала якоря тягового двигателя.

На первых выпусках вагонов КТМ-5М имели место частые случаи обрыва карданных валов. Для обеспечения условий работы карданного вала на вагонах последующих выпусков на хвостовик вала якоря тягового двигателя установлена упругая муфта, которая своим фланцем присоединяется к карданному валу.

На трамвайных вагонах применяют жесткие или упругие карданные передачи. В жестких передачах применен карданный вал жесткой конструкции, в упругих — карданный вал жесткой конструкции дополняется упругой муфтой или имеет упругие обрешеченные элементы.

Карданные валы жесткой конструкции применяют на вагонах МТВ-82, РВЗ-6М, ЛМ-57, ЛМ-68; на вагонах КТМ-5МЗ он дополнен упругой муфтой, а на вагонах Т-2, Т-3, К-2, Т4-СУ применены карданные валы с обрешеченными упругими вставками. На опытной партии вагонов РВЗ-7 установлен упругий вал принципиально новой конструкции.

Применяемые на вагонах отечественного производства карданные валы являются укороченными автомобильными валами и конструктивно мало чем отличаются друг от друга.

Карданный вал вагона РВЗ-6М состоит из стальной трубы 10 (рис. 46) со шлицевым наконечником 9, который входит в стальную трубу 8 с внутренними шлицами. На одном конце трубы 8 расположен сальник, удерживаемый накидной гайкой, а на вто-

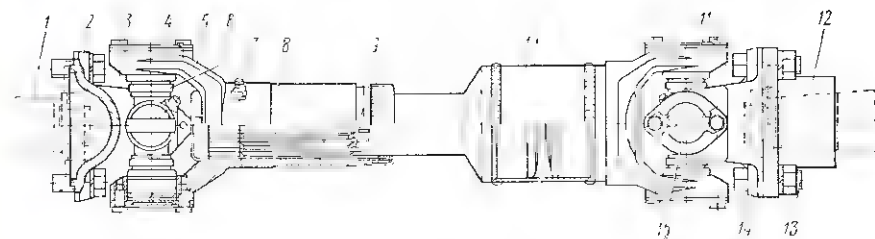


Рис. 46. Карданный вал вагона РВЗ-6М

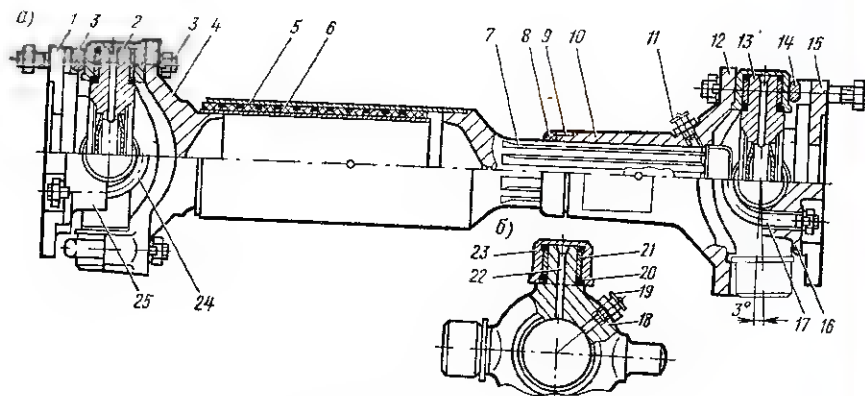


Рис. 47. Карданный вал вагона Т 3

ром конце — вилка 5, в которую входят два шипа крестовины 6. Другие, расположенные под прямым углом, шипы крестовины входят в проушину вилки с фланцем 2, который жестко насажен на хвостовик вала 1 ведущей шестерни редуктора.

К другому концу стальной трубы 10 приварена вилка 11. В проушине вилок вставлены игольчатые подшипники, а с торца закрыты крышками 4 со стопорными болтами 3. В проушину вилки 11 вставлена крестовина 15, которая перпендикулярно расположенными шипами соединена с вилкой фланца 14. Фланец 14 болтами 13 жестко соединен с фланцем 12, который плотно насажен на конус вала якоря тягового двигателя.

Игольчатые подшипники смазывают жидкой смазкой из масленки через просверленные в крестовине смазочные каналы. Шлицевое соединение смазывают консистентной смазкой через масленку 7, расположенную на трубе 8.

Карданный вал после сборки подвергают динамической балансировке на специальном станке. Устранение дисбаланса достигается приваркой пластины к стальной трубе 10. Этим обеспечивается нормальная работа вала при частоте вращения до 4000 об/мин.

На вагонах Т-3 используют упругую карданную передачу. Средняя часть карданного вала состоит из цельнотянутой трубы 5 (рис. 47), к концу которой приварен шлицевой наконечник 7. В трубу 5 запрессована внутренняя труба с навулканизированной на нее резиновой прокладкой 6 толщиной 5 мм. Резиновая прокладка обеспечивает упругую передачу вращающего момента, а также является ступенью электрической изоляции между тяговым двигателем и редуктором. К концу внутренней трубы приварена вилка 4. На шлицевый наконечник надевают стальную штампованную втулку 10 со шлицами, другой конец которой имеет вилку 12.

Средняя часть вала телескопически передвигается в шлицевом соединении вала и втулки, благодаря чему поддерживается

переменная, необходимая в данный момент времени, длина карданного вала (расстояние между фланцами вала якоря тягового двигателя и ведущего вала редуктора). Вилки внутренних фланцев 4 и 12 соединяют с аналогичными вилками 16 и 25 наружных фланцев 1 и 15 карданного вала крестовинами, на пальцах 2 и 13 которых имеются «плавающие» бронзовые втулки 21 и уплотняющие резиновые кольца 20, закрытые стаканами 23. Крестовины имеют внутренние каналы для подачи смазки в каждую втулку, для этого в средней части ее на резьбе поставлена масленка 19 под накидной переносный пресс. Через аналогичную масленку 11 смазывается шлицевое соединение вала. Для предотвращения утечки смазки и защиты шлицевого соединения от проникновения в него пыли и грязи на конце шлицевой втулки имеется резьба, на которую накручена специальная гайка 9 с фетровым уплотнителем 8. Вилки наружных и внутренних фланцев имеют по две полуцилиндрических выемки, в которые вставляют два диаметрально расположенных пальца крестовины с бронзовыми втулками и стаканами. Стаканы крепят к вилкам внутренних фланцев карданного вала хомутами 3 и 14, а другие два пальца каждой крестовины — к вилкам наружных фланцев вала хомутами 17 и 24.

Крестовина карданного вала 18 представляет собой кольцеобразную отливку с четырьмя цилиндрическими, крестообразно расположенными пальцами 22. Закрытая средняя часть крестовины является резервуаром, который заполняется смазкой.

На опытной партии вагонов РВЗ-7 вместо карданного вала применен упругий вал, что позволило гасить крутильные колебания и удары, возникающие при движении колеса по неровностям рельса, при пуске двигателя и электрическом торможении.

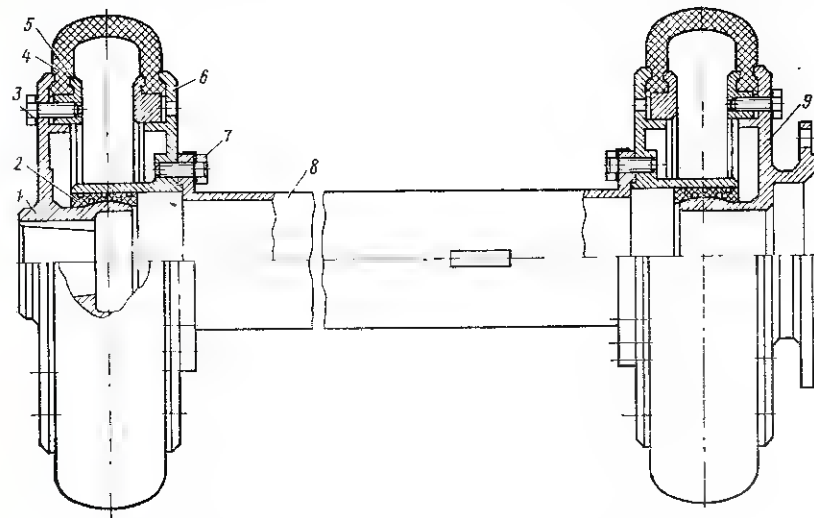


Рис. 48. Упругий вал опытного вагона РВЗ-7

Конструкция упругого вала обеспечивает передачу вращающего момента и необходимую свободу взаимного перемещения двигателя и редуктора.

Упругий вал состоит из двух упругих муфт и соединительной трубы 8 (рис. 48). Основным элементом упругой муфты является резинокордная оболочка 4. Одна из резинокордных оболочек закреплена на фланце 1 вала якоря тягового двигателя прижимным кольцом 5 и болтами 3, а другая на фланце 9, который болтами прикреплен к фланцу, насаженному на хвостовик ведущей шестерни редуктора. Для того чтобы обеспечить соосность вала ведущей шестерни и упругого вала, фланец 9 имеет центрирующий выступ.

Каждая резинокордная оболочка второй кромкой аналогичным соединением прикреплена к внутренним центрирующим фланцам 6.

Фланец 6 своим цилиндрическим патрубком центрируется через упругую втулку 2 на шаровой поверхности ступицы фланца 1 вала тягового двигателя и фланца 9 вала ведущей шестерни редуктора. Таким образом, в центре каждой из двух упругих муфт создается соединение, обеспечивающее взаимную центровку фланца двигателя (или шестерни редуктора) и центрирующего фланца 6.

Центрирующие фланцы имеют буртик, по которому центрируется фланцем соединительная труба 8. Фланцы соединительной трубы крепятся к центрирующим упругих муфт болтами 7, которые застопориваются лепестковыми шайбами.

ХОДОВАЯ ЧАСТЬ ТРОЛЛЕЙБУСОВ

§ 21. Передний мост

Передний мост наряду с задним мостом, колесами, рессорной подвеской и рамой входит в ходовую часть троллейбуса. Через передний мост посредством рессорной, пневморессорной или пневматической подвески передается нагрузка от передней части троллейбуса на дорогу. Как правило, передний мост является управляемым.

Передний управляемый мост троллейбуса состоит из стальной балки 1 (рис. 49), которая заканчивается кулаками 2, и двух поворотных цапф 4, являющихся осями колес. Кулаки 2 и вилки поворотных цапф 4 имеют отверстия, через которые шкворнями 3 вилки шарнирно соединены друг с другом.

Основой переднего моста троллейбуса ЗИУ-5 является стальная штампованная балка 12 (рис. 50) двутаврового сечения, концы которой несколько выгнуты вверх и образуют кулаки с коническими отверстиями под шкворни 10. При соединении поворотной цапфы 6 с балкой 12 последняя плотно насаживается на среднюю коническую часть шкворня 10. В проушины поворотной цапфы запрессованы бронзовые втулки, благодаря которым может свободно поворачиваться цапфа (ось переднего колеса) на шкворне. Для того чтобы облегчить поворот цапф с передними колесами при управлении троллейбусом, в нижних проушинах цапф 6 установлены упорные шариковые подшипники 14, которые через сферические шайбы 11 воспринимают от балки 12 нагрузку, проходящую на передний мост троллейбуса. Правая и левая поворотные цапфы соединены поперечной рулевой тягой 13, которая обеспечивает одновременный поворот передних колес.

Поперечная рулевая тяга имеет наконечники, посредством которых регулируется ее длина, чем достигается установка передних колес не параллельно, а под некоторым углом, называемым *углом схождения*. При движении троллейбуса силы взаимодействия колес с дорогой меняют их положение и при скорости 40 км/ч и нормально отрегулированном угле схождения передние колеса устанавливаются в параллельных плоскостях. В этом случае колеса имеют минимальное сопротивление движению и износ шин, а для поворота колес требуются наименьшие усилия.

Для установки колес в вертикальных к полотну дороги плоскостях при скорости около 40 км/ч предусмотрен угол развала

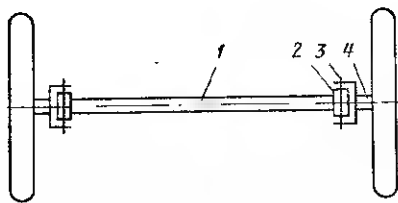


Рис. 49. Схема переднего управляемого моста троллейбуса

Для троллейбусов производства ЗИУ она составляет 4...6, а для троллейбусов производства ЧССР 7...10 мм.

Для предотвращения самопроизвольного выхода колес из положения, соответствующего прямолинейному движению трол-

лейбуса, шкворень поворотной цапфы устанавливают не вертикально, а с боковым и продольным отклонениями от вертикали. Для троллейбусов производства ЗИУ угол бокового (поперечного) наклона шкворня составляет 8° и продольного $1^\circ 30'$, а на троллейбусах ЧССР соответственно 6 и 2° . Наличие бокового и продольного углов наклона шкворня способствует стабилизации управляемых колес, т.е. их стремлению автоматически возвращаться после поворота в нейтральное положение, соответствующее прямолинейному движению троллейбуса. Это происходит в результате использования веса троллейбуса, приходящегося на управляемые колеса, а также боковых реакций опорной поверхности дороги, действующих на передние колеса вследствие возникновения центробежной силы при движении машины на повороте.

Правильность угла схождения проверяют разностью линейных расстояний между передними и задними торцами тормозных барабанов передних колес.

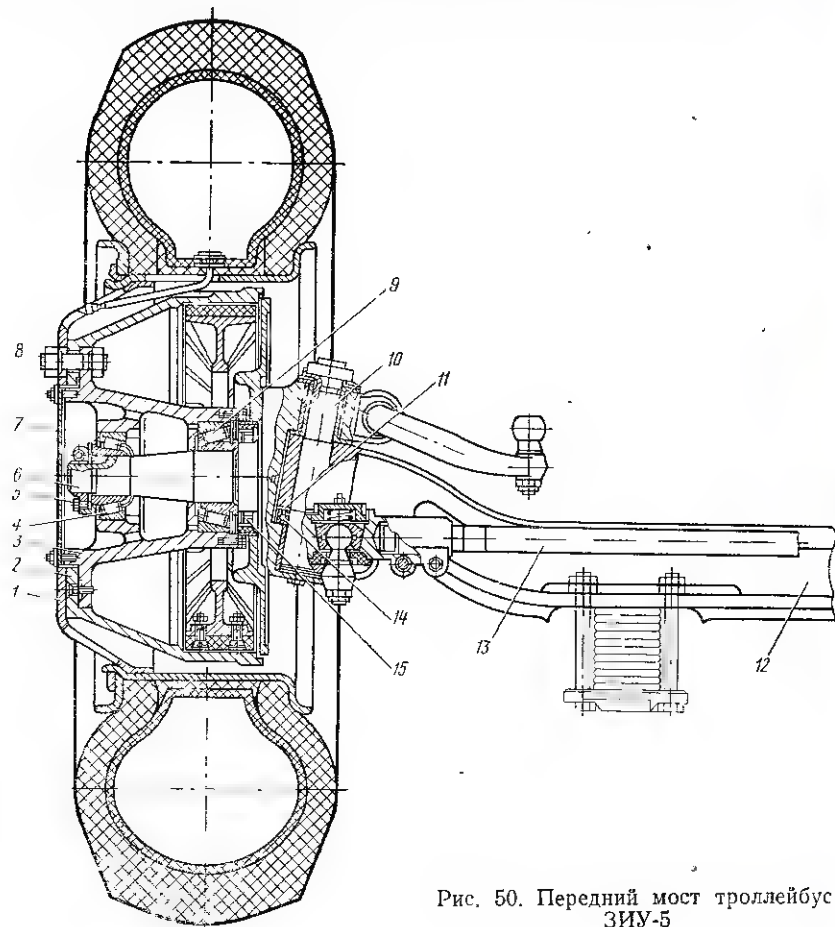


Рис. 50. Передний мост троллейбуса ЗИУ-5

На оси поворотной цапфы установлена на двух конических роликовых подшипниках 4 и 9 стальная литая ступица 3 колеса. Аксальный зазор подшипников регулируют гайкой 5. При сборке ступицы в подшипники закладывают консистентную смазку, которая со стороны внутреннего подшипника удерживается резиновым сальником 15, а со стороны наружного подшипника — крышкой 7. К корпусу ступицы 3 шпильками 8 крепятся тормозной барабан 2 и диск колеса 1.

На троллейбусах ЗИУ-5Д (последнего выпуска) и ЗИУ-682Б устанавливают бездисковые колеса. В их конструкции тормозной барабан крепят болтами с внутренней стороны фланца ступицы, а бездисковое колесо — с внешней стороны фланца ступицы шпильками с применением специальных прижимов.

§ 22. Задний мост

Задний мост воспринимает и передает через колеса на дорогу нагрузку от задней части троллейбуса. Он является ведущим, т.е. преобразует вращательное движение вала якоря тягового электродвигателя во вращательное движение колес. В состав заднего моста входят: редуктор, дифференциал, картер редуктора, полуоси, ступицы с тормозными устройствами и рессоры. Редуктор, дифференциал и полуоси на троллейбусах МТБ-82 размещены внутри картера заднего моста. На троллейбусах ЗИУ-5Д и ЗИУ-682Б главная передача ведущего моста разделена на центральный редуктор и колесные редукторы.

Ступицы колес размещены на кожухах (рукавах) полуосей. Тяговые и тормозные усилия в троллейбусах передаются посредством рессор, соединяющих ведущий мост с рамой троллейбуса, или специальных толкающих штанг. На троллейбусах ЗИУ-682Б установлен задний мост производства Венгерской Народной Республики. Такие же мосты, с увеличенной на 200 м длиной несущей балки, установлены на троллейбусах ЗИУ-5Д.

Балка заднего моста 2 (рис. 51) изготовлена путем сварки двух (нижней и верхней) стальных штампованных частей. В сред-

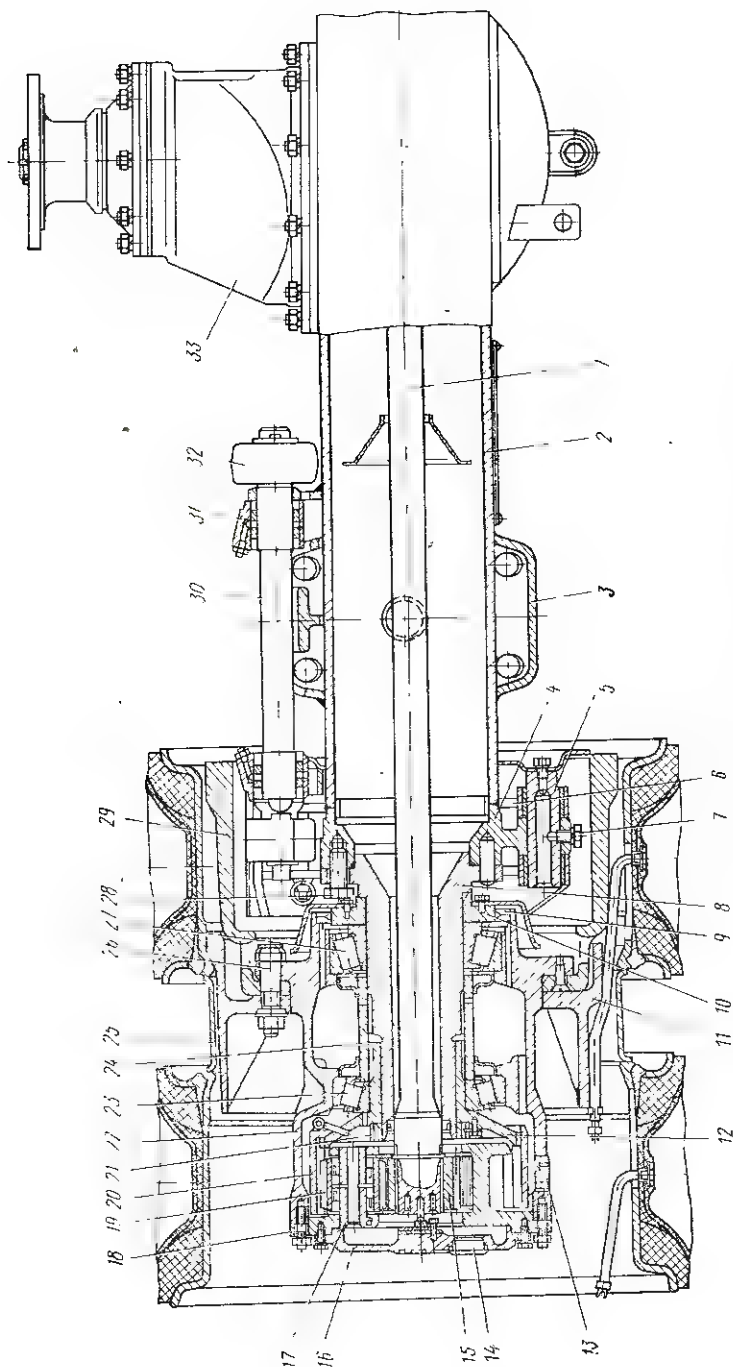


Рис. 51. Задний мост троллейбуса ЗИУ-682Б

ней части балки размещен центральный редуктор 33. В корпусе центрального редуктора (картере) имеются закрытые пробками отверстия для заливки и слива смазки и установлен сапун, сообщающий внутреннюю полость картера с атмосферой. Сливная пробка намагничена, и выполняет роль сборника мельчайших частиц металла — продуктов износа шестерен.

К концам несущей балки моста приварены суппорты 4, к торцам которых болтами 28 прикреплены рукава 8. В тело суппорта запрессованы оси 5, являющиеся опорами тормозных колодок 6. Стопорный болт 7 фиксирует положение оси 5 и предупреждает ее от проворачивания. К балке приварены кронштейн 3 для крепления рессор и кронштейн 31 опоры вала 30 разжимного кулака тормозных колодок. На конец вала 30 прочно насажен тормозной рычаг 32.

Стальная литая ступица 22 опирается на два конических роликовых подшипника 23 и 27. Внутренний подшипник 27 насажен на рукав 8, а внешний подшипник 23 — на опору 12 коронной шестерни. Между внутренними кольцами роликовых подшипников размещена распорная втулка 24, которая своими шлицами, нарезанными по внутреннему диаметру втулки, прочно соединяет рукав 8 и опору 12 коронной шестерни. На опоре 12 укреплена коронная шестерня 20, представляющая собой цилиндрическую втулку, по внутреннему диаметру которой нарезаны зубья шестерни. На конце рукава 8 нарезана резьба под гайку 21, которая плотно стягивает все детали, расположенные на рукаве 8. Гайкой 21 и коронной шестерней 20 заканчивается вращающаяся часть заднего моста.

По осевой линии балки заднего моста проходит полуось 1, на конец которой посредством шлицевого соединения прочно насажена цилиндрическая прямозубая, так называемая *солнечная* шестерня 15, являющаяся ведущей шестерней колесного редуктора, размещенного в ступице колеса.

Колесный редуктор представляет собой планетарный механизм, состоящий из солнечной шестерни 15, трех шестерен-сателлитов и коронной шестерни 20 с внутренним прямозубым цилиндрическим зацеплением 19. Каждый из сателлитов вращается в двух цилиндрических роликовых подшипниках, насаженных на оси 17. Оси сателлитов закреплены в водиле 18, которое соединено со ступицей колеса шпильками, ввернутыми в торец ступицы. Торцы заднего моста закрыты крышками 16, прикрепленными болтами к водиле 18.

К ступице колеса 22 болтами 26 прикреплены тормозной барабан 29 и переходная втулка 11, на которую насажены бездисковые колеса, разделенные проставочным кольцом 25.

Для предупреждения утечки смазки из полости подшипников ступица с внутренней стороны уплотнена сальником 9 и кольцом 10. К кольцу 10 болтами прикреплен маслоотражатель в виде стального штампованного колпака. В случае неисправности сальника вытекающая смазка выбрасывается маслоотражателем нару-

жу через окна в тормозном барабане. Важно не допустить попадания смазки на внутреннюю поверхность тормозного барабана, так как это значительно снижает эффективность торможения и может создать аварийную ситуацию.

Для заливки и слива смазки в ступице и ее торцевой крышке предусмотрены отверстия, закрытые пробками 13 и 14.

§ 23. Передаточные механизмы

В троллейбусах, так же как и в трамвайных вагонах, вращающий момент, развиваемый тяговым двигателем, передается к ведущим колесам посредством карданно-редукторной передачи. В практике мирового троллейбустроения известны различные типы тяговых передач: с одним (рис. 52, а, б, в) или двумя (рис. 52, г, д) ведущими мостами 1; с одним (рис. 52, а, б, г) или двумя (рис. 52, в, д) тяговыми двигателями 2; с расположением тяговых двигателей впереди ведущего моста (рис. 52, а, в, г), сзади ведущего моста (рис. 52, б) или внутри ведущей тележки (рис. 52, д).

Наибольшее распространение получила схема (см. рис. 52, а), где тяговая передача имеет один тяговый двигатель, расположенный впереди ведущего моста. Такую схему имеют все двухосные троллейбусы, эксплуатируемые в СССР.

Тяговую передачу, изображенную на рис. 52, в, имели сочлененные троллейбусы, выпускавшиеся в шестидесятые годы. Тяговая передача, изображенная на рис. 52, г, была применена на

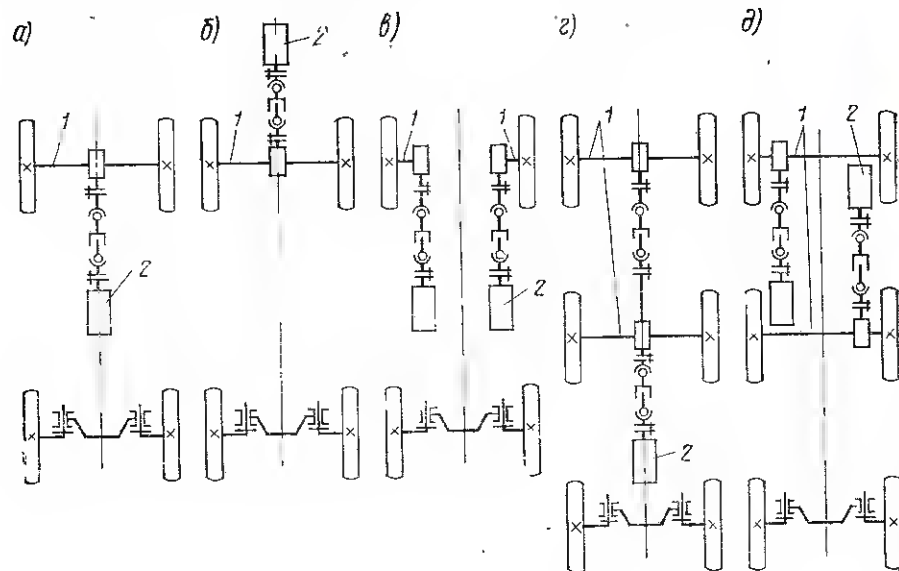


Рис. 52. Схемы тяговых передач троллейбусов

двухэтажных троллейбусах ЯТБ-3. Тяговые передачи, изображенные на рис. 52, б и д, на троллейбусах отечественного производства не применялись.

Для того чтобы увеличить вращающийся момент и соответственно снизить частоту вращения, максимально сохранив развиваемую двигателем мощность, на троллейбусах применены редукторы. Редуктор является очень ответственным узлом троллейбуса и должен удовлетворять следующим основным требованиям: обеспечивать высокую степень надежности в эксплуатации, определенную долговечность, быть простым по конструкции и удобным для технического обслуживания, иметь небольшие габариты, обеспечивать передачу заданной мощности при расчетном передаточном числе, иметь минимальные потери мощности на преодоление внутреннего трения (высокий к. п. д.) и создавать при работе возможно меньше шума.

Конструктивно редукторы подразделяются на два типа: червячные и шестеренчатые. В целях уменьшения габаритов центрального редуктора на современных троллейбусах применены так называемые бортовые (ступичные) редукторы, представляющие собой часть центрального редуктора, вынесенную на борта троллейбуса — в ступицы ведущих колес.

Передаточное число редуктора в целом определяется как произведение передаточных чисел ступеней редуктора, причем при червячной передаче передаточное число ступеней равно отношению числа зубьев червячного колеса к числу ниток (заходов) червяка. Обязательным элементом центрального редуктора троллейбусов является дифференциал, позволяющий ведущим колесам (правому и левому) вращаться с разной угловой скоростью и при поворотах проходить различное расстояние в единицу времени. Аналогичное явление наблюдается при различной степени износа протектора покрышек или разном давлении в шинах.

На троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б вращающий момент от тягового двигателя 11 (рис. 53) через карданный вал 10 передается валу малой ведущей конической шестерни 12 центрального редуктора. Вал ведущей шестерни вращается в двух роликовых конических подшипниках 9, размещенных в теле картера 8. Ведущая шестерня 12 через дифференциал 13 находится в зацеплении с ведомым колесом 14, от которого через полуось 7 вращающий момент передается ведущему (солнечному) колесу 6 ко-

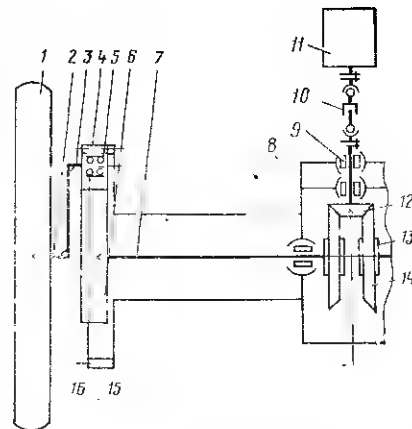


Рис. 53. Кинематическая схема тяговой передачи троллейбусов ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б

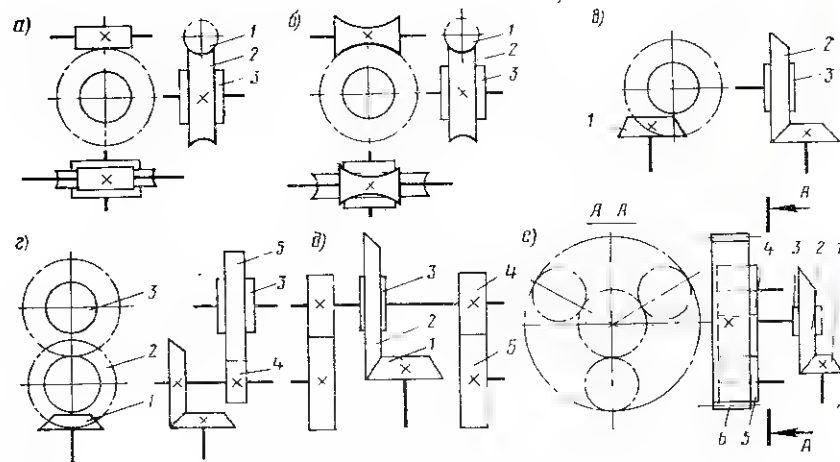


Рис. 54. Схемы редукторов троллейбусов:

1 — ведущая шестерня (на рис. а и б — червяк), получающая вращение через карданный вал от тягового двигателя; 2 — ведомое колесо (на рис. а и б — червячное колесо); 3 — дифференциал; 4 — ведущая шестерня второй ступени двухступенчатого редуктора; 5 — ведомое колесо; 6 — шестерня с внутренним зацеплением

лесного планетарного редуктора и далее сателлиту 4, который находится в зацеплении с шестерней 6 и с неподвижной коронной шестерней 15, имеющей внутреннюю нарезку зубьев.

Сателлит 4 вращается в двух роликовых подшипниках 5 на оси 3 сателлита, которая закреплена в водиле 16, жестко соединенном со ступицей 2 заднего ведущего колеса 1. При вращении шестерни 6 сателлит будет катиться по неподвижной коронной шестерне 15 и посредством своей оси 3 заставит вращаться водило 16 и далее ступицу 2 и колесо 1 ведущего моста троллейбуса.

Применение бортовых редукторов позволило уменьшить габариты центрального редуктора и несколько снизить высоту пола троллейбуса над уровнем проезжей части, что облегчает вход и выход пассажиров. С этой же целью на современных троллейбусах применяют тяговые двигатели с высокой частотой вращения, что позволяет реализовать достаточную мощность при минимальных габаритах и массе двигателя.

На троллейбусах МТБ-82 установлены одноступенчатые червячные редукторы цилиндрические (рис. 54, а) и глобоидные (рис. 54, б).

Редукторы одноступенчатые шестеренные гипоидные со скрещивающимися валами (рис. 54, в), двухступенчатые шестеренные с пересекающимися валами (рис. 54, г) и двухступенчатые шестеренные бортового (ступичного) типа с пересекающимися валами (рис. 54, д) на троллейбусах отечественного изготовления не применялись.

Двухступенчатый гипоидный редуктор бортового типа со скрещивающимися валами (рис. 54, е) установлен на троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б. В этом редукторе ведомое колесо 5 явля-

ется сателлитом, который вращается на двух роликовых подшипниках на оси, запрессованной в водило, передающее вращательное движение ступице ведущего колеса троллейбуса.

Ведущая шестерня 2 дифференциала (рис. 55) находится в зацеплении с ведомым колесом 1, к которому болтами прикреплена коробка дифференциала 3, состоящая из двух чашек, соединенных болтами. В коробке 3 неподвижно закреплена крестовина 4, на четырех лучах которой свободно на подшипниках скольжения посажены шестерни-сателлиты 5, находящиеся в постоянном зацеплении с двумя ведомыми колесами 6 и 7, которые жестко, посредством шлицевого соединения, насажены на концы правой и левой полуосей заднего моста.

При прямолинейном движении троллейбуса ведущая шестерня 2 вращает ведомое колесо 1, вместе с которым вращаются коробка дифференциала 3 и крестовина 4. Сателлиты 5, находящиеся одновременно в зацеплении с шестернями правой и левой полуосей 6 и 7, встречают одинаковое двустороннее сопротивление и поэтому на пальцах крестовины не вращаются, а увлекаемые ими передают угловую скорость вращения крестовины обеим шестерням полуосей. Таким образом, правое и левое колеса вращаются с одинаковой скоростью и троллейбус движется прямолинейно. В данном случае угловая скорость вращения ω_1 ведомого колеса равна угловой скорости вращения ω_7 левой полуоси и угловой скорости вращения ω_6 правой полуоси, иначе говоря, сумма угловых скоростей полуосей равна удвоенной угловой скорости ведомого колеса:

$$\omega_6 + \omega_7 = 2\omega_1. \quad (1)$$

Рассмотрим второй крайний случай, когда одно из колес, например левое, не вращается, происходит крутой левый поворот. Ведомое колесо, а следовательно, и жестко соединенная с ней крестовина вращаются с угловой скоростью ω_1 . Шестерня левой полуоси 7 не вращается, следовательно, ее угловая скорость $\omega_7 = 0$, а шестерня правой полуоси 6 вращается с удвоенной угловой скоростью, так как в данном случае сателлиты, увлекаемые крестовиной, вращаются вокруг своих осей (лучей крестовины) и обкатывают неподвижную шестерню 7. Таким образом, шестерня

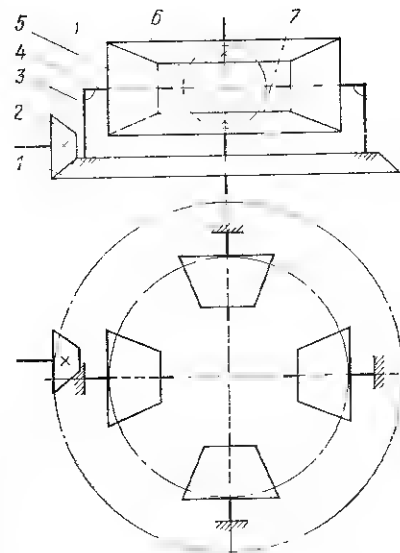


Рис. 55. Схема дифференциала троллейбуса

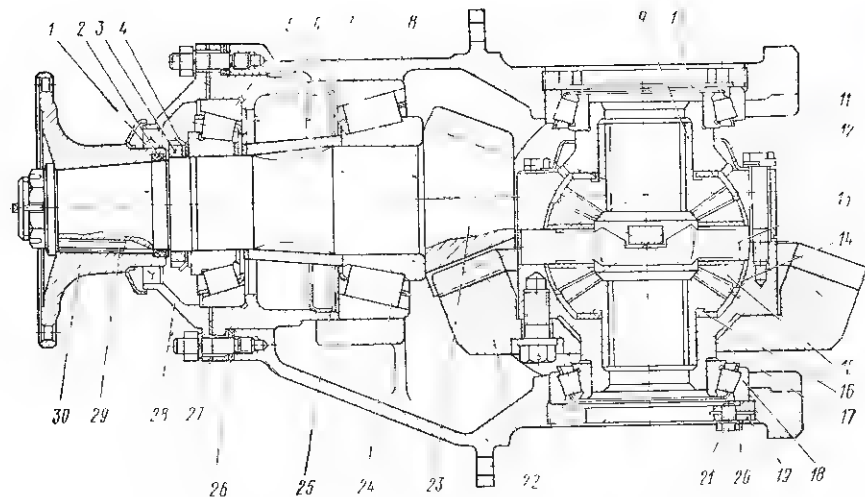


Рис. 56. Центральный редуктор заднего моста троллейбуса ЗИУ-682Б

правой полуоси 6 за один оборот ведомого колеса 1 совершает два оборота: благодаря совместному вращению с крестовиной и вращению сателлитов при обкатке по неподвижной шестерне 7, значит $\omega_6 = 2\omega_1$.

Суммируя угловые скорости шестерен полуосей, получим

$$\omega_6 + \omega_7 = 2\omega_1 + 0 = 2\omega_1. \quad (2)$$

Сравнивая выражения (1) и (2), приходим к выводу, что сумма угловых скоростей правой и левой полуосей троллейбуса, при наличии дифференциала, всегда равна удвоенной угловой скорости ведомого колеса. Этот вывод справедлив для любого промежуточного положения: при уменьшении частоты вращения одной из полуосей соответственно возрастает частота вращения второй полуоси, т.е. для любого момента i движения троллейбуса справедливо выражение

$$\omega_{6i} + \omega_{7i} = 2\omega_{1i}.$$

Центральный редуктор заднего моста троллейбусов ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б — одноступенчатый, с гипоидной парой шестерен и коническим дифференциалом. Гипоидное смещение редуктора равно 35 мм.

Редуктор состоит из литого стального картера 8 (рис. 56), в котором размещен механизм главной передачи. В горловину картера вставлен стакан 25, в котором смонтирована на конических роликовых подшипниках 5 и 24 ведущая шестерня 23. На хвостовике шестерни находятся распорная втулка 7, регулировочная 6 и стопорная 4 шайбы, кольцо 3, уплотнительное кольцо 2, сальник 1 и ведущий фланец 30, насаженный на коническую часть хвостовика при помощи шпонки 29 и закрепленный ко-

рончатой гайкой. Стакан 25 и его крышка 28 с регулировочной 26 и уплотнительной 27 прокладками прикреплены шпильками к торцу горловины картера 8.

Коробку дифференциала, собранную из двух чашек 10 и 17 с сателлитами 15, установленными на лучах крестовины 13, и полуосевыми шестернями 9 вместе с ведомым коническим колесом 22, подшипниками 18 монтируют в соответствующие гнезда и удерживают от осевого перемещения гайками 19, которые стопорят болтами 21 и стопорными пластинами 20. Между торцами сателлитов, а также шестерен полуосей и чашками дифференциала установлены латунные прокладки 14, 16; маслоотражатель 11 поддерживает необходимый запас смазки в дифференциале; стопорная пластина 12 обеспечивает надежность болтового соединения коробки дифференциала. Карданные валы троллейбусов по конструкции аналогичны карданным валам трамвайных вагонов отечественного производства.

§ 24. Колеса и шины

На троллейбусах МТБ-82 и ЗИУ-5, выпущенных до 1965 г., установлены дисковые колеса, а на троллейбусах ЗИУ-5, выпущенных в 1965 г. и позже, а также на всех троллейбусах ЗИУ-682Б применены бездисковые колеса, более надежные в эксплуатации, так как на них отсутствуют диски, подверженные возникновению трещин и изломов. Основной частью бездискового колеса является шина. Она наполнена сжатым воздухом и укреплена на стальном ободе 7 (рис. 57, а) между двумя его бортами. Один борт отштампован за одно целое с ободом, а другой 3 является съемным бортовым кольцом, которое закрепляется и удерживается на ободе стальным замочным кольцом 4, заправленным в специальную канавку на ободе.

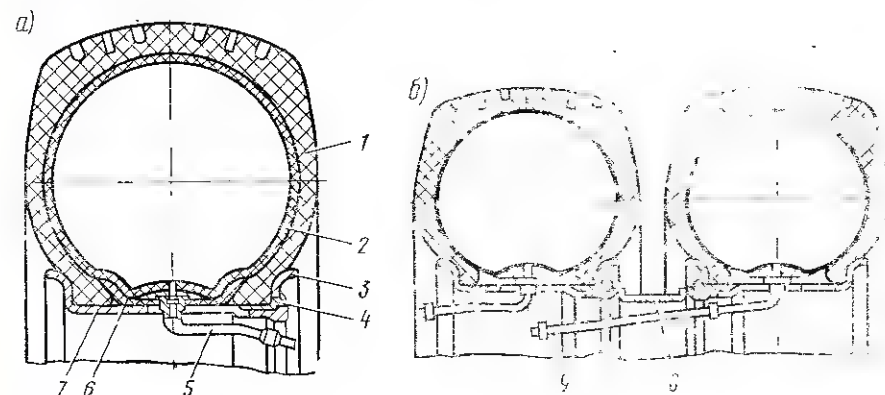


Рис. 57. Бездисковое колесо троллейбуса

Пневматическая шина состоит из покрышки 1, камеры 2 с вулканизированным в нее вентилям 5 и резиновой ободной ленты 6, выполняющей роль прокладки, предохраняющей камеру от повреждений металлическим ободом.

Покрышка придает необходимую жесткость шине, защищает камеру от механических повреждений и обеспечивает сцепление с дорожным покрытием. Она состоит из каркаса с бортами для крепления на ободе, промежуточного подушечного слоя (брекера) и протектора.

Каркас покрышки определяет несущую способность и износостойкость шины. Он состоит из нескольких слоев прорезиненной кордной ткани, разделенных тонким слоем резины. На троллейбусах МТВ-82 применяют 14-слойные, а на троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б — 16-слойные покрышки. В борта покрышек заделаны стальные кольца, что придает им необходимую прочность и стабильность размера. С боков на покрышку нанесен поверхностный защитный слой резины, предохраняющий каркас от влаги и механических повреждений. Эластичная резиновая камера, имеющая форму замкнутого рукава, наполняется сжатым воздухом через вентиль, состоящий из корпуса, золотника с клапаном и пружиной и защитного колпачка. Клапан под действием пружины пропускает и закрывает воздушный поток только внутрь камеры.

На троллейбусах ЗИУ-5Д и ЗИУ-682Б устанавливают шины с шириной покрышки 320 мм и диаметром обода 508 мм. Тип обода 8,5В-20С. Размер шин указывают на боковине покрышки в миллиметрах (иногда в дюймах). Нормальное давление в шинах этих троллейбусов $0,67 \pm 0,02$ МПа.

Колеса переднего управляемого моста троллейбусов — одинарные, а заднего ведущего моста — двойные.

Сдвоенное колесо (рис. 57, б) состоит из наружного и внутреннего одинарных бездисковых колес в сборе, которые разделены проставочным кольцом 8. Для удобства наполнения камеры внутреннего колеса сжатым воздухом на его вентиль надет удлинитель 9.

Шины передних и задних колес взаимозаменяемы. Условия их работы неодинаковы. Шины управляемого моста работают в более тяжелых условиях и изнашиваются быстрее. Для продления срока службы шин завод-изготовитель троллейбусов рекомендует при проведении ревизионно-предупредительного ремонта (ремонта № 1), т.е. после пробега 15 000 км, менять колеса местами.

§ 25. Подвеска троллейбусов

Подвеска троллейбуса состоит из рессорного подвешивания и гасящих устройств, образующих систему конструктивных элементов упругой связи кузова с мостами троллейбуса.

Троллейбусная подвеска имеет существенные отличия от рассмотренной выше подвески трамвайных вагонов. Если в трамвайных вагонах энергия колебаний кузова гасится внутренними сила-

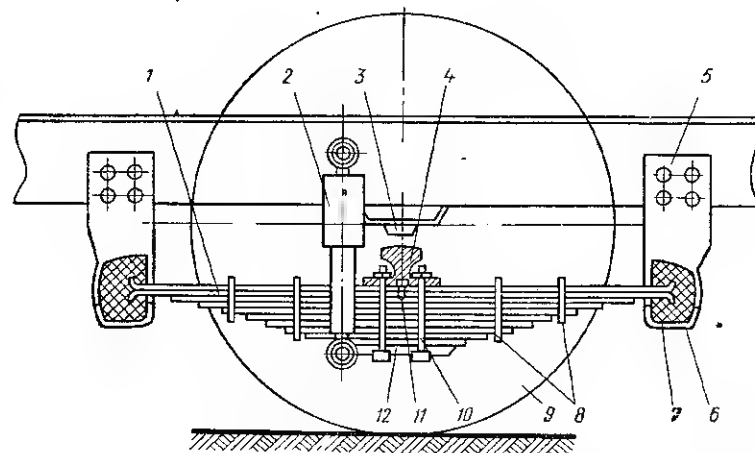


Рис. 58. Рессорное подвешивание переднего моста троллейбуса ЗИУ-5

ми трения листовых рессор и резинометаллических элементов, то в троллейбусную подвеску дополнительно включены гидравлические гасители колебаний кузова. Передача тяговых и тормозных усилий в трамвайных вагонах осуществляется через шкворневые пятниковые опоры кузова вагона и тележки, а на троллейбусах эти усилия передаются через направляющие устройства: листовые рессоры или специальные толкатели — реактивные тяги.

На троллейбусах МТВ-82 все функции подвески (смягчение толчков и ударов от неровностей дороги, гашение колебаний кузова и передачу тяговых и тормозных усилий) выполняют листовые рессоры. На более современных троллейбусах эти функции распределены между отдельными конструктивными элементами.

Рессора подвески ведомого моста троллейбуса ЗИУ-5 состоит из десяти листов, изготовленных из специальной горячекатаной полосовой рессорной стали. Ширина листов 89 мм, толщина четырех верхних листов 12 мм, шести последующих — 9,5 мм. Для защиты от коррозии листы покрывают лаком № 177 и перед сборкой смазывают графитовой смазкой, что обеспечивает возможность взаимного смещения листов при изменении прогиба рессоры. Листы рессоры 1 (рис. 58) стянуты центровым болтом 11 и четырьмя хомутами 8. Конец двух верхних коренных листов загнуты и к ним двумя заклепками прикреплены стальные накладки, на которые надеты резиновые подушки 7. Подушки размещены в гнездах кронштейнов 5, приваренных к основанию кузова. Гнезда кронштейнов снизу прочно закрыты крышками 6 посредством крепежных болтов. В свободном состоянии длина рессоры 1338 и стрела прогиба 160 мм. Под нагрузкой стрела прогиба уменьшается, а длина рессоры несколько увеличивается, при этом резиновые подушки 7 деформируются, но удерживаются на рессоре изгибами концов коренных листов.

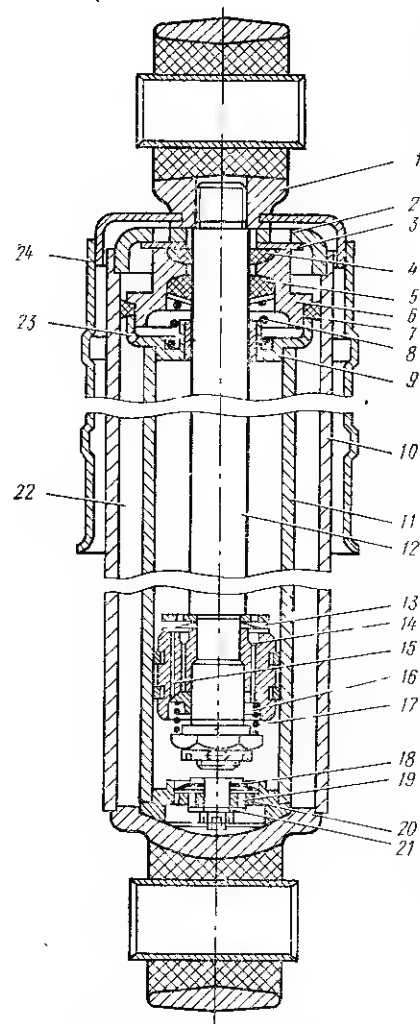


Рис. 59. Гидравлический гаситель двустороннего действия

рабочего цилиндра предусмотрено отверстие 23 для слива жидкости в резервуар гасителя и помещена конусная витая пружина 8, на которую опирается резиновый сальник 5 штока 12. Сверху в цилиндр резервуара ввернута гайка 2, которая через упорную шайбу 3 и корпус сальника 6 уплотняет защитное кольцо 4, сальник 7 резервуара и сальник штока 5.

В теле поршня просверлены два расположенных по окружности ряда отверстий: внутренние 14 и наружные 15. Внутренние отверстия перекрыты снизу поршня клапаном отдачи 16, который

При чрезмерных прогибах рессор возможны удары балки переднего моста об основание кузова. Чтобы избежать жесткого удара, снизу к лонжерону кузова прикреплены резиновые буфера 3.

Пневматические шины колес 9 также выполняют роль упругих гасителей и в некоторой степени смягчают действие неровностей дороги на плавность движения троллейбуса.

Подвеска ведомого моста состоит из двух рессор и двух гидравлических гасителей 2. Каждую из рессор крепят к балке ведомого моста 4 накладкой 12 и четырьмя болтами 10; гаситель 2 верхним ушком через резиновую втулку и палец прикреплен к кронштейну основания кузова, а нижним ушком — к накладке 12 рессоры. Гасители в дополнение к листовым рессорам способствуют быстрому затуханию возникающих при движении троллейбуса колебаний кузова.

Примененный на троллейбусах ЗИУ-682Б гидравлический гаситель МАЗ-500 двустороннего действия состоит из рабочего цилиндра 11 (рис. 59), поршня со штоком 12 в сборе, резервуара 10 и защитного кожуха 24. Для крепления гасителя предусмотрены верхняя и нижняя головки 1. Шток и защитный кожух прочно соединены с верхней головкой. В верхней крышке 9

удерживает цилиндрическая витая пружина 17, опирающаяся на бурт гайки, накрученной на конец штока. Отверстия наружного ряда перекрывает сверху поршня пружинный пластинчатый перепускной клапан 13.

В теле нижней крышки цилиндра имеются также два расположенных по окружности ряда отверстий. Внутренние отверстия 19 перекрыты снизу пластинчатым клапаном 21, который удерживается корончатой гайкой, накрученной на хвостовик проходящего в центре крышки болта. Наружные отверстия 20 перекрываются сверху крышки пластинчатым пружинным впускным клапаном 18. Внутренняя полость 22 резервуара заполнена маслом.

При перемещении подрессоренного кузова относительно неподдресоренных мостов и колес жидкость перетекает из одной полости гасителя в другую через калиброванные отверстия в поршне цилиндра, одновременно преодолевая сопротивление клапанов, в результате чего создается сопротивление колебанию кузова. Наибольшее сопротивление, создаваемое гасителем, имеет место при его растяжении (отдаче). При этом поршень 2 (рис. 60) движется вверх, жидкость над поршнем сжимается, давление в верхней полости цилиндра возрастает и под его действием перепускной клапан 1 закрывается, а клапан отдачи 3 открывается и через открытые им отверстия внутреннего ряда в поршне 2 жидкость перетекает в нижнюю полость цилиндра.

При движении поршня вверх, ввиду того, что шток расположен только в верхней полости, объем жидкости, отданной из надпоршневого пространства под поршень, меньше прироста объема нижней полости на значение объема, занимаемого телом штока в верхней полости. Поэтому в камере под поршнем создается разрежение и избыточным давлением в полости резервуара 4 клапан сжатия 7 в нижней крышке цилиндра 6 закрывается, а впускной клапан 5 открывается и пропускает жидкость из полости резервуара 4 в цилиндр гасителя.

При движении поршня вниз клапан отдачи 3 усилием пружины и возросшим давлением жидкости закрывается, а перепускной клапан 1 открывается и жидкость через открытые отверстия наружного ряда в поршне 2 перетекает в верхнюю полость цилиндра. Избыточная часть жидкости, поступившая в нижнюю полость цилиндра из полости корпуса 4 (при движении поршня вверх), вытесняется из подпоршневой полости цилиндра через открытый клапан сжатия 7 в полость цилиндра. Впускной клапан 5 при этом закрыт под действием избыточного давления в нижней полости цилиндра.

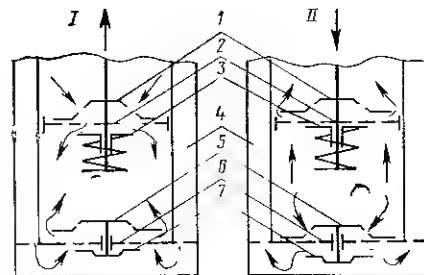


Рис. 60. Схема работы гидравлического гасителя двустороннего действия

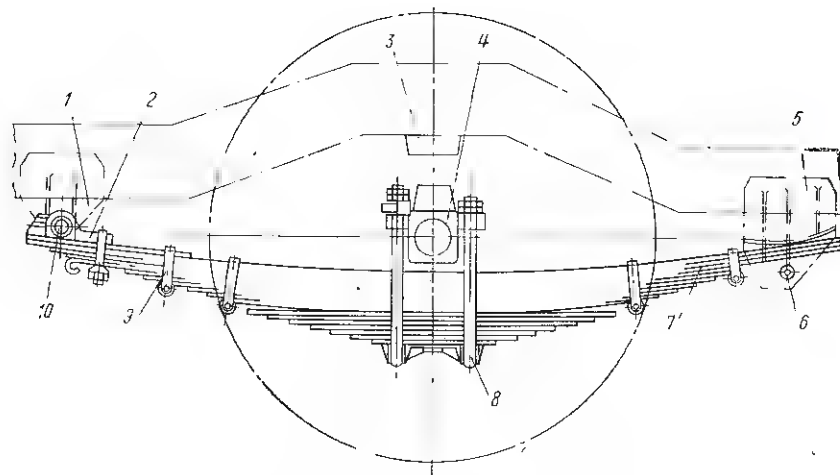


Рис. 61. Рессорное подвешивание заднего моста троллейбуса ЗИУ-5Д

В подвешивании заднего моста каждая из двух рессор 7 (рис. 61) состоит из 17 листов: шесть верхних толщиной по 12 и последующие по 9,5 мм. Листы стянуты центральным болтом и четырьмя хомутами 9. Задние рессоры своими передними концами передают тяговые и тормозные усилия от ведущего моста к кузову троллейбуса. Поэтому крепление переднего конца к основанию кузова имеет усиленную конструкцию и осуществлено посредством литого ушка 2, пальца 10 и приваренного к основанию кузова кронштейна 1. Задний конец рессоры свободно скользит по сферической поверхности заднего кронштейна 5, который своими щечками удерживает рессору от поперечных перемещений, в вертикальном направлении перемещение рессоры ограничено болтом 6. Крепление рессор к балке заднего моста 4 осуществлено стремяночными болтами (скобами) 8 с применением верхних и нижних прокладок. Для предупреждения резких ударов балки моста о кузов снизу на лонжероне кузова укреплен резиновый гаситель 3. В состав подвески заднего моста, так же как и переднего, кроме рессорного подвешивания, входят телескопические гасители двустороннего действия, устройство и работа которых описаны выше.

В последние годы на троллейбусах и трамвайных вагонах стали применять пневматическое подвешивание.

§ 26. Рулевое управление. Пневматический и гидравлический усилители руля

Рулевое управление является одним из наиболее сложных и ответственных узлов механического оборудования троллейбуса. Исправное действие рулевого управления является непременным

условием безопасной эксплуатации троллейбуса.

Для того чтобы не допустить боковое скольжение передних колес по дорожному покрытию, необходимо, чтобы цапфы левого и правого колес в момент поворота описывали дугу вокруг одного мгновенного центра, но разного радиуса и поворачивались в единицу времени на разные углы α_1 и α_2 . Это условие обеспечивается конструкцией рулевой трапеции, которая состоит из балки переднего моста 3 (рис. 62), правого 4 и левого 2 рычагов и поперечной рулевой тяги 1.

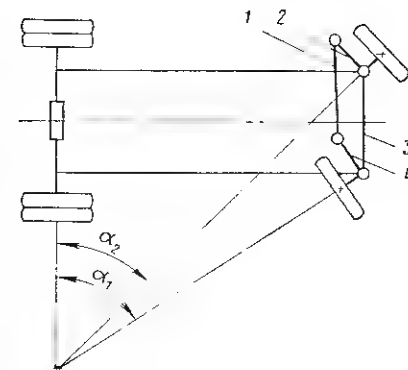


Рис. 62. Схема поворота троллейбуса

Рулевое управление включает в себя рулевой механизм, рулевой привод и усилитель руля (пневматический или гидравлический). На валу рулевого колеса 10 (рис. 63) насажен червяк 5, находящийся в зацеплении с сектором 4, жестко связанным своей осью с рычагом сошки 3, которая шарнирно соединена с продольной рулевой тягой 2. Тяга 2 шарнирно соединена с поворотным рычагом 11, который жестко связан с левым рычагом 1 рулевой трапеции и цапфой левого колеса 12.

При повороте рулевого колеса и вала 10 червяк 5 поворачивает сектор 4 и перемещает сошку 3. Поворот сошки вызывает перемещение продольной тяги 2, угловое перемещение поворотного рычага 11 и жестко связанной с ним цапфы левого колеса 12. Одновременно перемещаются левый 1 и правый 7 рычаги рулевой трапеции, соединенные тягой 6 и балкой переднего моста 9. Угловое перемещение от рычага 7 получает связанная с ним цапфа правого колеса 8. Таким образом, рулевое управление

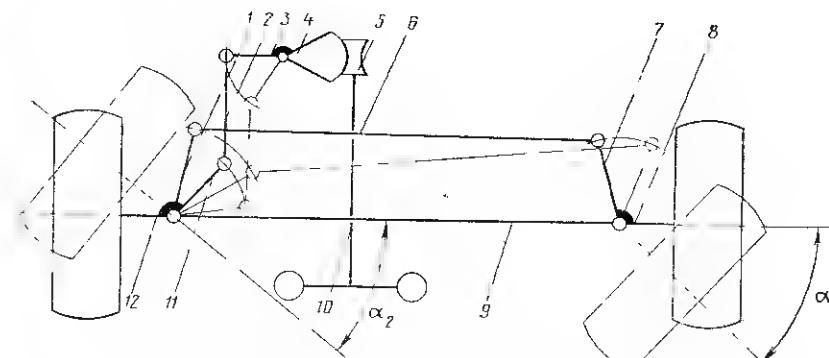


Рис. 63. Кинематическая схема рулевого управления

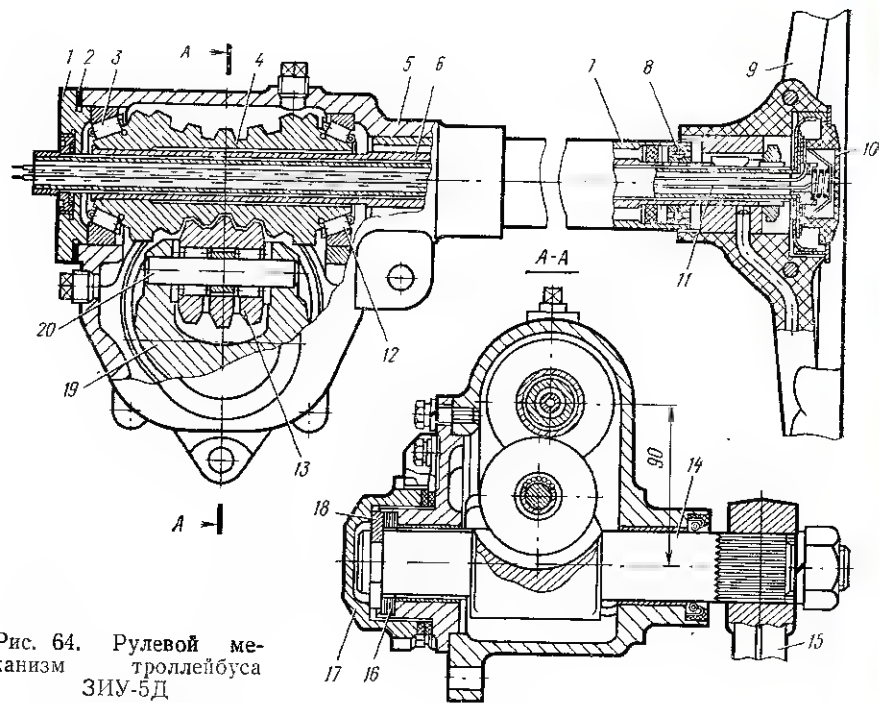


Рис. 64. Рулевой механизм троллейбуса ЗИУ-5Д

обеспечивает поворот передних управляемых колес, следовательно, изменяется направление движения троллейбуса.

В рулевом механизме троллейбуса ЗИУ-5Д глобоидный червяк 4 (рис. 64) размещен в картере 5 на двух роликовых конических подшипниках 3, 12. Подшипники не имеют внутреннего кольца. Беговая дорожка для роликов расположена на теле червяка. Для регулировки зазора в подшипниках между нижней крышкой 1 и картером 5 заложены тонкие стальные прокладки 2. Для уменьшения зазора часть прокладок удаляют.

В зацеплении с червяком находится трехрядный ролик 13, установленный на оси 20 через игольчатые подшипники. Червяк 4 напрессован на нижнюю шлицевую часть рулевого вала 6, верхний конец которого соединен с рулевым колесом 9. Рулевой вал размещен в рулевой колонке (трубе) 7, нижний конец которой запрессован в тело картера, а верхний опирается на шариковый подшипник 8.

Ось 20 трехрядного ролика 13 плотно посажена в вилку 19, составляющую одно целое с валом 14, на конусный конец которого, имеющий мелкие шлицы, насажена рулевая сошка 15.

Регулировку зазора в зацеплении червяка 4 и трехрядного ролика 13 осуществляют изменением числа прокладок 16 под крышкой 17. При уменьшении прокладок крышка 17 через шайбу 18

будет перемещать вал 14 вправо, оси червяка и трехрядного ролика будут сближаться, а зазор в зацеплении уменьшаться.

Внутри полого рулевого вала пропущены два провода 11 электрического звукового сигнала. Подача сигнала осуществляется нажатием кнопки 10, размещенной в ступице рулевого колеса 9.

Усилители руля (пневматические или гидравлические) на современных троллейбусах применяют для облегчения условий работы водителей.

На троллейбусах ЗИУ-5Д применен пневматический усилитель руля. При необходимости изменить направление движения троллейбуса водитель вращает рулевое колесо 13 (рис. 65), при этом через рулевой вал 14 получает вращение глобоидный червяк 16, размещенный в картере на двух роликовых подшипниках 15.

Находясь в зацеплении с трехрядным роликом 17, червяк 16 поворачивает вал 18 и сошку руля, которая состоит из шлицевого рычага 11, плотно, посредством шлиц, посаженного на вал 18, и двуплечего рычага 19. Последний шарнирно соединен со шлицевым рычагом 11 и может вращаться на его оси 20. В верхней части двуплечего рычага 19 имеется отверстие, через которое с двусторонним зазором по 3 мм проходит вал 18 сошки. Верхний конец шлицевого рычага 11 через пружину 12 соединен с верхним концом двуплечего рычага 19, имеющего форму вилки, внутри которой помещена цилиндрическая пружина 12. При повороте сошки перемещается передняя продольная рулевая тяга 21 и через рычаг усилителя руля 23 перемещает заднюю продольную рулевую тягу 1, которая соединена с поворотным рычагом рулевой трапеции.

До тех пор пока сопротивление поворота троллейбуса не превышает усилия на рулевом колесе 60...100 Н, усилитель руля не включается и поворот осуществляется только усилием водителя. При увеличении сопротивления поворота двуплечий рычаг 11 сошки преодолевает сопротивление пружины 12, поворачивается вокруг оси 20 в ту или другую сторону и выбирает трехмиллиметровый зазор, отделяющий его от вала 18. Перемещаясь, двуплечий рычаг увлекает за собой соединенную с ним шарнирно тягу 10, поворотный, вокруг оси 8, рычаг 7 и коромысло 5, которое нажимает на кнопку включения одного из двух клапанов воздухораспределителя (4 и 9). При этом клапан открывает доступ сжатому воздуху из резервуара через трубопроводы 2 и 6 в

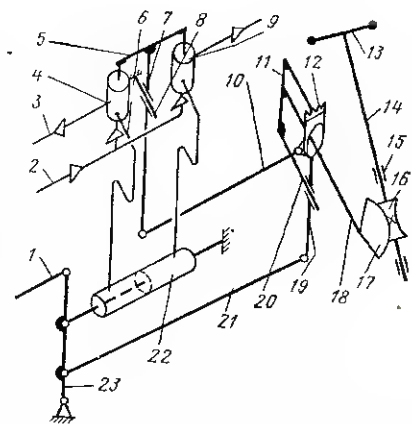


Рис. 65. Схема рулевого управления троллейбуса ЗИУ-5Д с пневматическим усилителем руля

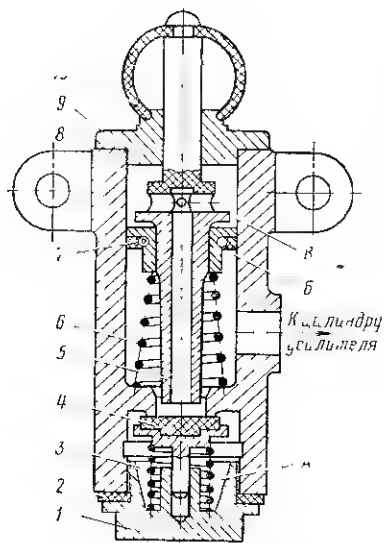


Рис. 66. Клапан воздухо-распределителя

лотненный резиновыми манжетами. Передняя и задняя крышки цилиндра уплотнены резиновыми прокладками. Направляющими для штока поршня являются бронзовые втулки, запрессованные в переднюю и заднюю крышки.

В корпусе клапана воздухо-распределителя 8 (рис. 66), отлитом из алюминиевого сплава, помещен пустотелый шток 5 с поршнем 7, уплотненным резиновой манжетой. Усилом витой конической пружины 6 шток удерживается в верхнем положении.

Резиновый, обранный металлической оправой клапан 4 усилом пружины 3 закрывает выходное отверстие в полости корпуса. Таким образом, внутренняя полость корпуса разделена на три камеры: нижняя камера А постоянного давления сообщается с воздушным резервуаром, средняя камера В переменного давления — с цилиндром пневмоусилителя руля, верхняя камера В — с атмосферой.

Корпус клапана закрыт крышками: нижняя крышка 1 уплотнена резиновой прокладкой 2; верхняя крышка 9 имеет резиновый защитный колпачок 10 (защищает от механических повреждений верхнюю часть штока).

При прекращении механического воздействия на шток пружина 6 возвращает его в исходное положение, выпускной клапан закрывается и разобщает полость В и воздушный резервуар, а сжатый воздух из цилиндра усилителя руля через открывшееся отверстие в штоке выходит в атмосферу.

В рулевом управлении троллейбуса ЗИУ-682Б применен рулевой механизм МАЗ-500А и гидравлический усилитель руля.

полость цилиндра 22 пневмоусилителя руля. Сжатый воздух перемещает поршень в цилиндре 22, шток которого шарнирно соединен с рычагом пневмоусилителя, и помогает водителю осуществить поворот троллейбуса. Когда поворот завершен, усилием пружины 12 двуплечий рычаг 19 сошки возвращается в исходное положение, такое же положение займет коромысло 5, связанное с двуплечим рычагом тягой 10 и поворотным рычагом 7. Клапан воздухо-распределителя прекратит доступ сжатого воздуха в цилиндр 22 усилителя руля, а имеющийся в нем воздух выйдет в атмосферу через трубу 3.

Цилиндр 22 пневмоусилителя шарнирно закреплен на кронштейне основания троллейбуса. В цилиндре размещен поршень, уплотненный резиновыми манжетами.

Рулевое колесо 11 (рис. 67) валом 12 связано с червяком 14, сектором 15 и валом 16 сошки. Сошка 10 продольной тягой 17 соединена с распределителем, размещенным в цилиндре 21 гидроусилителя руля. Шток 18 силового цилиндра, так же как и рычаг 19 гидроусилителя, шарнирно соединен с неподвижной опорой, размещенной на кронштейне основания кузова. Второй конец рычага 19 шарнирно соединен с цилиндром 21 гидроусилителя. Второй продольной рулевой тягой 20 рычаг гидроусилителя связан с двуплечим рычагом 5, встроенным в балку переднего моста 4 и разрезную поперечную тягу 1 рулевой трапеции. Гидравлическая система, кроме цилиндра 21 гидроусилителя, включает в себя лопастный центробежный насос 6 с баком 7, электродвигатель 9, соединенный с насосом муфтой 8, трубопроводы и шланги 22.

Работа устройства осуществляется следующим образом. При повороте рулевого колеса 11 вращается в роликовых подшипниках 13 червяк 14 и поворачивает сектор 15 и вал 16. Сошка 10, получая угловое перемещение, через продольную рулевую тягу 17, воздействует на распределитель гидроусилителя и открывает доступ масла, нагнетаемому насосом 6, в силовой цилиндр 21 гидроусилителя. Под давлением поступающего масла корпус цилиндра перемещается относительно поршня, соединенного с неподвижной опорой штоком 18. Перемещаясь, корпус цилиндра через рычаг 19, вторую продольную тягу 20, двуплечий рычаг 5 воздействует на составленную из двух соединенных шарнирно частей, поперечную рулевую тягу 1 и через рычаги рулевой трапеции 2 поворачивает управляемые колеса 3.

Гидравлический усилитель руля состоит из распределителя и силового цилиндра в сборе. Распределитель регулирует подачу жидкости насосом в силовой цилиндр 4 (рис. 68). В корпусе распределителя 13 помещен золотник 12. Крайние пазы корпуса распределителя соединены трубопроводом 1 с нагнетательной полостью насоса, а средний паз — трубопроводом 11 со сливной магистралью. Левый паз золотника 12 сообщается по трубопроводу 2 с левой полостью, а правый паз по трубопроводу 3 с правой полостью силового цилиндра. В торцах золотника имеются реактивные камеры, удерживающие золотник в нейтральном положении, при этом зазор между кромками пазов золотника и корпусом составляет 0,3—0,4 мм и вся жидкость через них отводится в сливную полость.

Корпус золотника плотно соединен с корпусом шарниров 9, в котором размещены шаровые пальцы 6 и 7, предназначенные

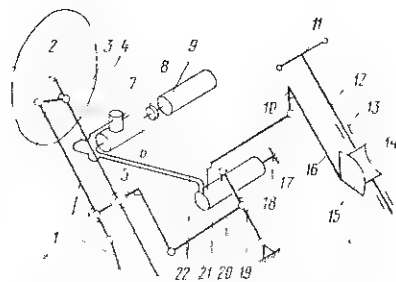


Рис. 67. Схема рулевого управления троллейбуса ЗИУ-682Б с гидравлическим усилителем руля

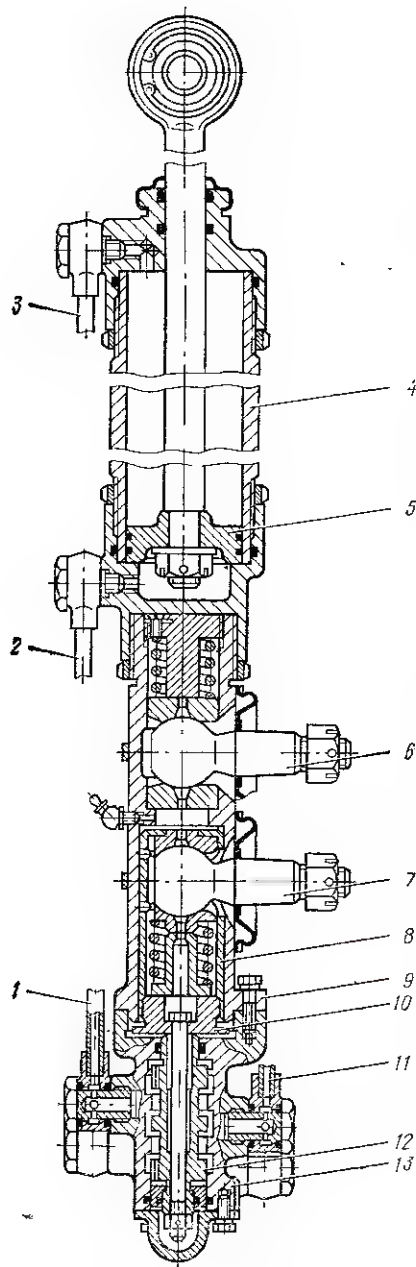


Рис. 68. Гидравлический усилитель руля

соответственно для соединения с рычагом 19 (см. рис. 67) и с продольной тягой 17 рулевого управления.

При повороте рулевого колеса сошка руля через рулевую тягу перемещает шаровой палец 7 (см. рис. 68), стакан 8 и через ограничитель хода золотника 10 выводит золотник 12 из нейтрального положения. При этом нагнетательная и сливная полости в корпусе золотника разобщаются и нагнетаемая насосом жидкость начинает поступать в соответствующую полость силового цилиндра, перемещая цилиндр относительно неподвижного поршня 5, и одновременно выдавливая жидкость из другой полости цилиндра в сливную полость.

При прекращении поворота рулевого колеса золотник останавливается и благодаря усилию реактивных камер корпус золотника устанавливается в нейтральное положение. По мере возрастания сопротивления повороту колес повышается давление в рабочей полости силового цилиндра и в реактивной камере золотника. Вследствие этого увеличивается усилие на рулевом колесе, создавая у водителя «чувство дороги».

На случай порчи гидроусилителя в корпусе распределителя предусмотрен обратный клапан, который перепускает жидкость из одной полости силового цилиндра в другую и позволяет управлять троллейбусом без помощи гидроусилителя руля.

В качестве насоса гидроусилителя руля применен насос лопастного типа с вращением против часовой стрелки, имеющий полости нагнетания и всасыва-

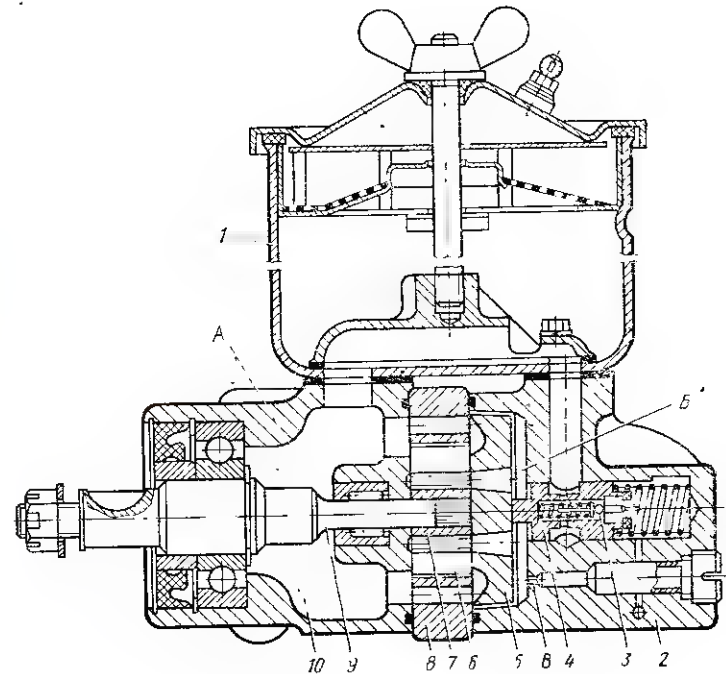


Рис. 69. Насос гидроусилителя руля

ния. Ротор 7 насоса (рис. 69) имеет десять лопастей, в которых свободно перемещаются лопасти 6. Ротор насажен на вал 9 посредством шлицевого соединения. При вращении вала лопасти ротора под действием центробежной силы и давления поступающей под них жидкости из полости нагнетания прижимаются к поверхности статора 8 и перегоняют жидкость из полости всасывания 10, А в полость нагнетания В. В случае, когда давление в системе гидроусилителя достигает предельного значения (6,5—7,0 МПа), срабатывает предохранительный клапан 3 и жидкость из камеры нагнетания сбрасывается в бачок гидронасоса 1.

Для ограничения подачи насоса в его крышке 2 размещен перепускной клапан 4, действие которого основано на разности давлений в различных зонах полости нагнетания, разграниченных калиброванным отверстием В. Давление в зоне, примыкающей к диску 5, всегда несколько выше, чем в зоне за калиброванным отверстием. Перепускной клапан соединен с обеими зонами, поэтому с увеличением частоты вращения вала насоса увеличивается перепад давлений между зонами, перепускной клапан смещается вправо и соединяет полость нагнетания с бачком.

Рулевой механизм троллейбуса ЗИУ-682Б по сравнению с троллейбусом ЗИУ-5Д имеет две особенности:

вал руля состоит из двух частей, взаимно соединенных карданным шарниром;

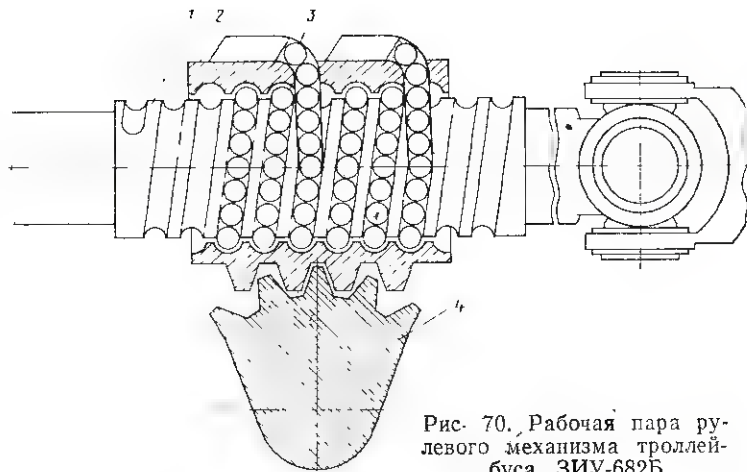


Рис. 70. Рабочая пара рулевого механизма троллейбуса ЗИУ-682Б

рабочая пара рулевого механизма состоит из винта 1 (рис. 70) и шариковой гайки-рейки 2, находящейся в зацеплении с зубчатым сектором 4 вала рулевой сошки. Полукруглые резьбовые канавки на винте и гайке-рейке образуют спиральный канал, заполняемый при сборке шариками высокой точности. Для создания замкнутой системы качения шариков и предотвращения их выпадания в гайку-рейку вставлены штампованные, состоящие из двух половинок направляющие 3.

Комплект — шарик и гайка-рейка — формируется на заводе-изготовителе и переформированию в условиях эксплуатации не подлежат.

При сборке рулевого механизма особое внимание должно быть обращено на правильность установки сошки на шлицевой конец вала сектора. Для этого необходимо совместить метки сошки и конца вала сектора, нанесенные при изготовлении на заводе. При правильной установке сектора относительно гайки-рейки полный угол поворота сошки в рабочем положении должен быть 76° — по 38° в каждую сторону от среднего положения. Среднее положение определяется по совпадению меток на торцах вала сектора и картера рулевого механизма. Полный угол поворота сошки соответствует пяти оборотам рулевого колеса.

На троллейбусе ЗИУ-682Б установлены две продольные рулевые тяги 17 и 20 (см. рис. 67) и две поперечные рулевые тяги 1, соединяющие двуплечий рычаг 5, размещенный в кронштейне на балке переднего моста, с рычагами рулевой трапеции.

Каждая из продольных рулевых тяг состоит из трубы 5 (рис. 71, а), по концам которой размещены шаровые пальцы 3. Палец зажат регулировочной пробкой 1 в сферических сухарях 2 с помощью пружины 4. При сборке шарнира регулировочную пробку затягивают до отказа, а затем отпускают на $1/2 \dots 3/4$ оборота и шплинтуют. Для удержания смазки и предохранения от

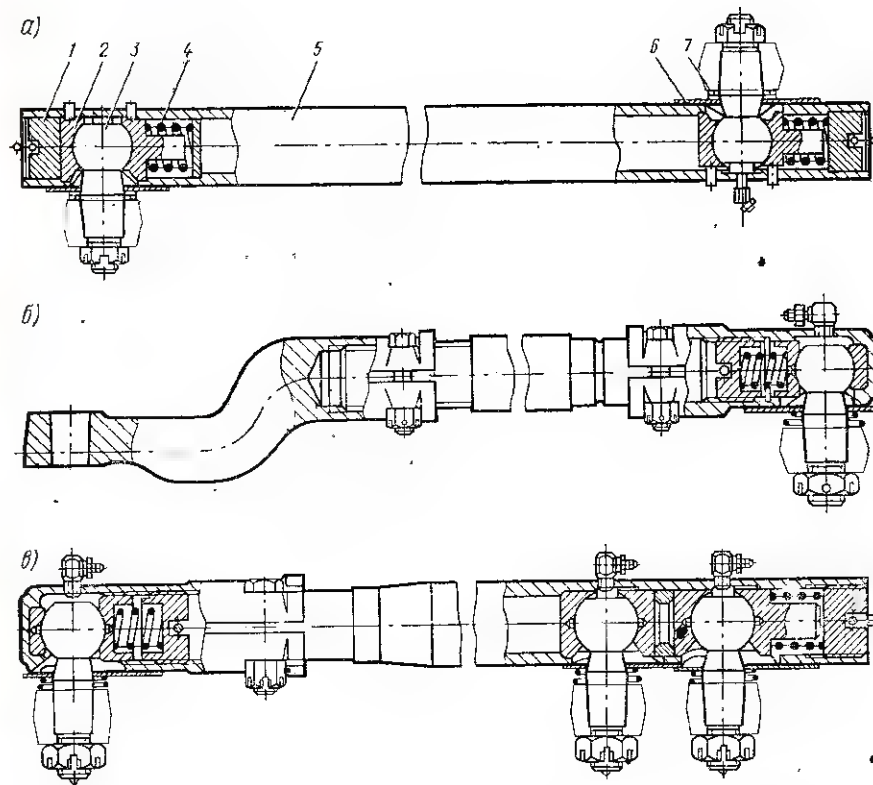


Рис. 71. Продольная и поперечные рулевые тяги троллейбуса ЗИУ-682Б

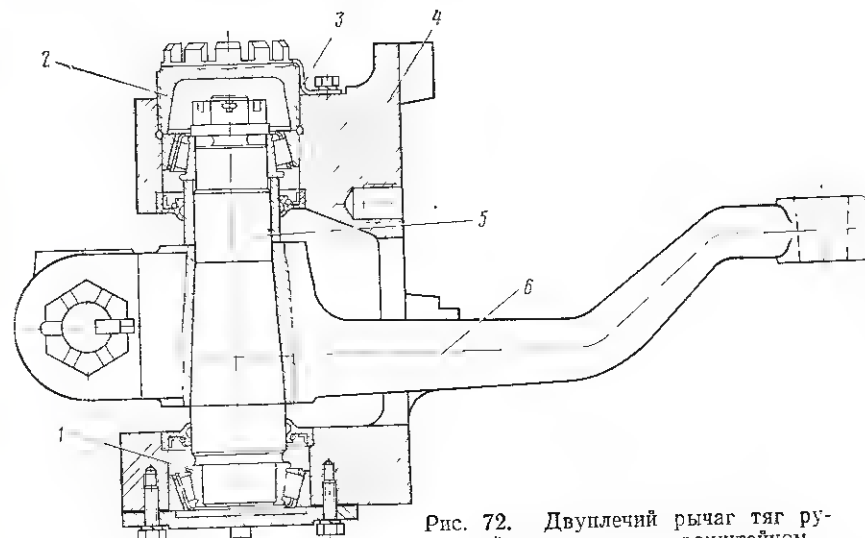


Рис. 72. Двуплечий рычаг тяг рулевой трапеции с кронштейном

пыли пазы под шаровые пальцы в трубе рулевой тяги закрывают щитками 6, прижимаемыми пружинами 7.

Устройство поперечных тяг рулевой трапеции видно на рис. 71, б (правая тяга) и в (левая тяга). Для возможности изменения длины они имеют накрученные на центральную трубу разрезные наконечники, которые после регулировки закрепляют стопорными болтами.

Схождение передних колес регулируют изменением длины поперечных тяг рулевой трапеции. При правильно отрегулированном схождении в положении передних колес для движения по прямой расстояние между торцами тормозных барабанов в горизонтальной плоскости, проходящей через центры колес, должны быть сзади больше на 4...6 мм, чем спереди.

Двуплечий рычаг 6 (рис. 72) тяг рулевой трапеции средним отверстием плотно насажен на конусную часть вала 5, который установлен на двух конических роликовых подшипниках 1 в кронштейне 4 балки переднего моста. Регулировку зазоров в подшипниках выполняют регулировочной гайкой 2, которую стопорят планкой 3.

VI

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ И ТРОЛЛЕЙБУСОВ

§ 27. Барабанный колодочный тормоз трамвайных вагонов

В соответствии с требованиями государственного стандарта и Правил технической эксплуатации трамвая (ПТЭ) трамвайный вагон должен иметь не менее двух независимых, самостоятельно действующих тормозов, каждый из которых должен остановить предельно нагруженный вагон при движении его по максимальному допустимому уклону. На современных трамвайных вагонах к этим тормозам относятся:

электрический (реостатный или рекуперативный) с последующим дотормаживанием механическим тормозом при малых скоростях движения. Этот тормоз является служебным;

рельсовый электромагнитный применяется в случаях необходимости экстренной остановки поезда. Этот тормоз является аварийным;

механический — предназначен для снижения скорости движения поезда, его полной остановки и удержания остановившегося поезда на любом профиле пути.

По типу рабочего органа механические тормоза подразделяют на колесно-колодочные, дисковые и барабанные. В колесно-колодочном тормозе энергия движения поезда гасится противодействующей тормозной силой, возникающей при нажатии чугунных тормозных колодок на стальные бандажные колесных пар. В дисковом тормозе тормозные усилия реализуются путем нажатия тормозных колодок, как правило, пластмассовых, на тормозные диски, насаженные непосредственно на ось колесной пары или жестко связанные с тяговой передачей. В барабанном тормозе тормозное усилие возникает при взаимодействии тормозных колодок с тормозным барабаном, непосредственно связанным с тяговой передачей.

Тормозная сила зависит от числа тормозных колодок, силы их нажатия на бандаж, диск или барабан и от коэффициента трения между колодкой и бандажом (диском, барабаном). Коэффициент трения, в свою очередь, зависит от материала и состояния трущихся поверхностей, а также от скорости движения вагона. С увеличением скорости коэффициент трения уменьшается. Для повышения тормозного эффекта необходимо увеличивать тормозную силу, однако увеличение ее ограничено силой сцепления колес с рельсами. Если тормозная сила превышает силу сцепления,

возникает юз — проскальзывание колесных пар по рельсам, при этом резко снижается эффект торможения.

Механические тормоза имеют пневматический или электромагнитный и ручной приводы.

На современных трамвайных вагонах основным служебным тормозом является реостатный, механический же служит в качестве запасного и экстренного.

Механическим тормозным устройством на вагонах новых конструкций служит барабанный тормоз, обладающий рядом преимуществ перед колесно-колодочным и дисковым. Барабанный тормоз имеет пневматический или электромагнитный привод.

Трамвайный вагон РВЗ-6М оборудован тормозными устройствами: электрическим (реостатным и рекуперативным) электромагнитным рельсовым; механическим барабанным, действующим на вал редуктора с приводами пневматическим и ручным. Служебным тормозом является реостатный, при скорости вагона ниже 4—6 км/ч включается пневматический привод механического тормоза. Рекуперативное торможение используется для снижения скорости до 20...22 км/ч после выбега или на спуске. Электромагнитным рельсовым тормозом пользуются только при экстренном торможении или при неисправности остальных видов тормозов.

При экстренном торможении вагона участвуют реостатный, механический барабанный и электромагнитный рельсовый тормоза. Ручным приводом барабанного тормоза пользуются для удержания оставленного вагона на стоянке. В данном случае барабанный тормоз заторможен ручным приводом и выполняет роль стояночного тормоза.

Трамвайный вагон КТМ-5МЗ оборудован тормозными устройствами: реостатным, электромагнитным рельсовым, механическим барабанным с электромагнитным и ручным приводами. Служебным тормозом вагона КТМ-5МЗ является реостатный, а при скорости вагона 4...5 км/ч автоматически включается электромагнитный привод барабанного тормоза. Экстренным является электромагнитный рельсовый тормоз. Пользование барабанным тормозом при скорости выше 5 км/ч возможно при отказе реостатного тормоза, при этом торможение до полной остановки производится отпуском педали безопасности.

Вагоны Т-2, Т-3, Т-4СУ, К-2 оборудованы реостатным, электромагнитным рельсовым и механическим барабанным тормозами с электромагнитным приводом. Барабанный тормоз является также и стояночным. Он должен удерживать вагон или поезд, работающий по системе многих единиц, при наибольшем наполнении пассажиров, при равнинной передаче на уклонах до 90‰ и при горной передаче на уклонах 100‰. В отличие от трамвайных вагонов отечественного производства вагоны «Татра» не имеют ручного привода механического тормоза (торможение осуществляется усилием пружин). При снятии напряжения с катушки по любым причинам вагон затормаживается. При такой конструк-

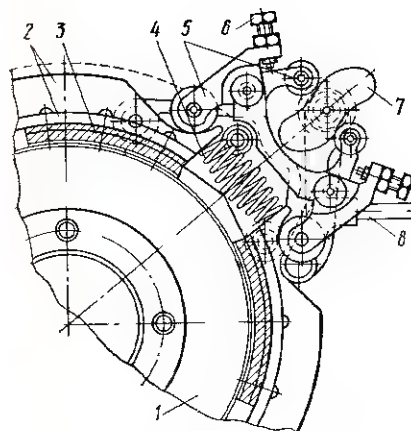


Рис. 73. Механизм барабанного тормоза вагона Т-3

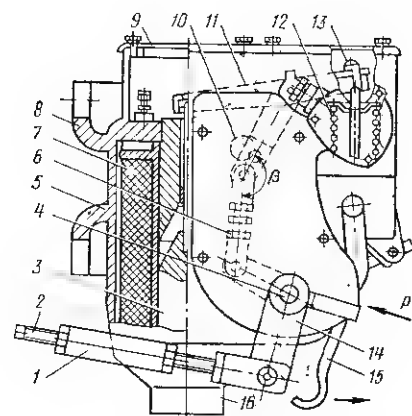


Рис. 74. Электромагнитный привод барабанного тормоза вагона Т-3

ции тормозов ручной привод к механическому тормозу утрачивает свое значение. Служебным тормозом вагонов «Татра» является реостатный с дотормаживанием барабанным тормозом со скорости 4...5 км/ч. Экстренным служит электромагнитный рельсовый тормоз.

На конце вала каждого тягового двигателя вагона Т-3 посредством шпонок посажен фланец, к которому крепят тормозной барабан 1 (рис. 73). На специальном кронштейне, установленном в нижней части корпуса тягового двигателя, шарнирно укреплены две стальные тормозные колодки 2, каждая из которых имеет форму полукольца и расположена с наружной стороны тормозного барабана. К тормозной колодке крепят медными или алюминиевыми заклепками по две металлокерамические тормозные накладки 3. Накладка имеет длину 128, ширину 68, толщину 11 и внутренний радиус 140 мм. Колодка в верхней части имеет приливы, между которыми на направляющих шпильках установлена оттормаживающая пружина 4. К верхней части корпуса тягового двигателя, под приливами тормозных колодок, тремя болтами прикреплен фигурный кронштейн, который служит основанием для размещения рычажно-роликового механизма 5, состоящего из двух верхних рычагов с роликами, двух нижних рычагов с регулировочными винтами 6 и роликами, разжимным кулаком 7, расположенным между роликами верхних рычагов.

Нижние рычаги с внутренней стороны имеют щетки, между которыми вставлена нижняя часть верхних рычагов. Оба рычага устанавливаются на одной общей для них оси таким образом, чтобы ролики нижних рычагов располагались с наружной стороны приливов тормозных колодок 2. На оси разжимного кулака 7 жестко укреплен вертикальный рычаг, нижний конец которого соединен

с тормозной тягой 8, идущей к электромагнитному приводу барабанного колодочного тормоза.

Электромагнитный привод укреплен вертикальным фланцем 8 (рис. 74) на торце поперечной балки для подвески тягового двигателя и тягой 2 соединен с барабанным тормозом. Длину тяги можно регулировать муфтой 1 с правой и левой резьбой. После регулировки муфту закрепляют контргайками, расположенными по ее торцам. Механизм привода размещен в корпусе 5 и состоит из электромагнита 7 с подвижным сердечником 3, пружины 12, трехплечего рычага 11, рычажной передачи 6 и рычага управления 14 с указателем режима тормоза. Корпус 5 герметически закрыт снизу и сверху крышками 16, 9 и имеет пробку 10. На вагоне установлены четыре привода для обслуживания барабанных тормозов каждого тягового двигателя. Для регулировки усилия пружины 12 предусмотрен установочный болт 13, для доступа к которому достаточно снять верхнюю крышку привода. Действие пружины 12 на тормоз может быть полностью исключено поворотом растормаживающего рычага во внешнюю сторону (на себя или, как принято говорить в практике, постановкой рычага 15 «на флажок»). В таком положении пружина 12 до отказа сжата, сердечник электромагнита 3 занимает верхнее положение и тормоз данного тягового двигателя находится в отпущенном состоянии.

Трехплечий рычаг 11 своими концами воспринимает усилия от пружины 12 и сердечника 3 электромагнита, одновременно он соединен рычажной передачей 6 с рычагом управления 14, расположенным на валу 4, указателем положения тормоза и тягой 2. Средняя тяга рычажной передачи 6 имеет муфту с правой и левой резьбой, что позволяет регулировать соотношение усилия пружины 12 и выходного усилия на тяге 2. Под верхней крышкой привода расположены питающие зажимы катушки электромагнита и блокировочные контакты электрической сигнализации о состоянии тормоза.

Для предупреждения удара сердечника 3 электромагнита о нижнюю крышку корпуса 16 предусмотрена пружина, устанавливаемая в выточку в нижней части сердечника. Вал рычага управления 4 имеет пресс-масленку для смазки его ручным прессом. Цапфы рычажной передачи 6 смазывают после отвинчивания пробки 10 через закрытое ею отверстие в корпусе 5. Указатель положения тормоза снабжен тремя рисками, которые означают: 0 — «Отторможено», 1 — «Заторможено», 2 — «Настройка». Если при заторможенном состоянии указатель приближается к риску «Настройка», то следует поворотом муфты 1 на тяге 2 вернуть указатель в положение «Заторможено».

Пружинно-соленоидный привод заводом-изготовителем выпускается двух типов: БР-232 и ЛА-13. Первый из них устанавливается на вагонах Т-2, Т-3, Т-4СУ, второй на вагонах К-2.

Технические данные пружинно-соленоидных приводов следующие:

Тип привода	БР-232	ЛА-13
Максимальное выходное усилие на тяге, Н	550 ± 10	680 ± 10
Номинальное напряжение электромагнита, В	24	24
Соппротивление катушки при температуре 20°С, Ом	2,7	2,0
Число витков	1250	1100
Усилие пружины, Н	1320 ± 10%	1385 ± 10%
Диаметр стальной проволоки пружины, мм		7,1
Средний диаметр пружины, мм		40
Полное число витков		9
Длина пружины в свободном состоянии, мм		93
Длина пружины в сжатом состоянии, мм		70,4
Масса механизма, кг		60

Действие тормоза осуществляется следующим образом: при прохождении тока через катушку 7 сердечник 3 втягивается в катушку и, преодолевая усилие пружины 12, занимает верхнее положение, а стрелка указателя — положение 0. При этом, усилием, передаваемым через систему рычагов электромагнитного привода и тормозную тягу, разжимной кулак 7 (см. рис. 73) поворачивается и занимает вертикальное положение. Под действием оттормаживающей пружины 4 на приливы тормозных колодок 2, а через них на ролики нижних вертикальных рычагов ролики верхних вертикальных рычагов перемещаются по разжимному кулаку 7. В результате этого верхние рычаги сближаются и нажатие разжимного кулака через систему рычагов на приливы тормозных колодок 2 прекращается. Тормозные колодки 2 отжимаются пружиной 4 от барабана 1 и вагон растормаживается. При движении вагона катушка привода находится под напряжением. При обесточивании катушки 7 (см. рис. 74) электромагнитного привода сердечник 3 занимает нижнее положение и усилием пружины 12 механизм приводится в положение торможения, стрелка указателя занимает положение 1, а разжимной кулак 7 (см. рис. 73) поворачивается из вертикального положения в наклонное. При повороте кулака 7 рычажно-роликовый механизм 5 передает усилие на приливы тормозных колодок 2, сжимает пружину 4 и прижимает колодки 2 к барабану 1. Вагон затормаживается. Тормоз каждого тягового двигателя отдельно можно оттормозить вручную посредством оттормаживающего рычага 15 (см. рис. 74).

Работу электромагнитного привода удобно проследить по кинематической схеме (рис. 75).

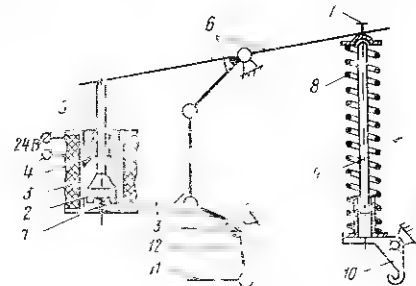


Рис. 75. Кинематическая схема электромагнитного привода барабанного тормоза:

1 — барабан; 2 — колодки; 3 — сердечник; 4 — пружина; 5 — механизм; 6 — рычаг; 7 — кулак; 8 — фланец; 9 — крышка; 10 — пробка; 11 — рычаг; 12 — пружина; 13 — вал; 14 — рычаг; 15 — рычаг.

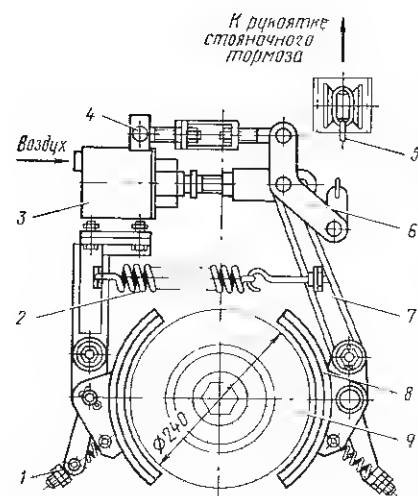


Рис. 76 Барабанный тормоз с пневматическим приводом

Барабанный тормоз с пневматическим приводом вагона ЛМ-68 имеет тормозной барабан 9 (рис. 76), насаженный на хвостик ведущей шестерни редуктора, тормозные колодки 8, шарнирно закрепленные на вертикальных рычагах, укрепленных на горловине редуктора. На верхнем конце одного из вертикальных рычагов жестко закреплен тормозной цилиндр 3, шток которого шарнирно соединен с верхним концом другого рычага 7. Шток выполнен в виде резьбовой муфты, обеспечивающей регулировку зазора между колодками и тормозным барабаном в пределах 1...3 мм. Равномерность зазора поддерживается регулировочными болтами 1. Оттормаживающая пружина 2 фиксирует нормальное положение тормоза (положение отпуска). При поступлении сжатого воздуха в цилиндр верхние концы вертикальных рычагов расходятся, колодки прижимаются к тормозному барабану — происходит торможение.

Парный угловой рычаг 6 шарнирно соединен с верхним концом вертикального рычага 7, с цепью ручного привода 5 и регулируется по длине штоком 4, закрепленным на корпусе тормозного цилиндра. При натяжении троса рычаг 6 поворачивается, увлекает за собой рычаг 7 и затормаживает тормоз.

Механизм ручного привода установлен под полом кабины водителя, рычаг его 3 (рис. 77) выходит в кабину. При покачивании рычага 3 при помощи храпового колеса 5, упорной 4 и удерживающей 7 защелки приводится во вращение вал привода 6. На валу 6 на скользящей шпонке насажена кулачковая полумуфта 8. Она пружиной 9 прижимается и входит в зацепление с другой полумуфтой 10, свободно сидящей на валу 6. На полумуфте

Если при заторможенных колодках стрелка указателя положения привода находится между рисками 1 и 2, то тормозной механизм исправен. Если стрелка указателя подходит к положению 2, то привод тормоза необходимо отрегулировать.

В отличие от вагонов «Татра» на всех отечественных трамвайных вагонах тормозной барабан устанавливают не на валу якоря тягового двигателя, а на хвостовике вала ведущей шестерни редуктора. Привод барабанного тормоза на вагонах КТМ-5МЗ — электромагнитный (как и на вагонах «Татра»), на вагонах ЛМ и РВЗ-6 всех модификаций — пневматический, на вагонах РВЗ-7 — пневмопружинный.

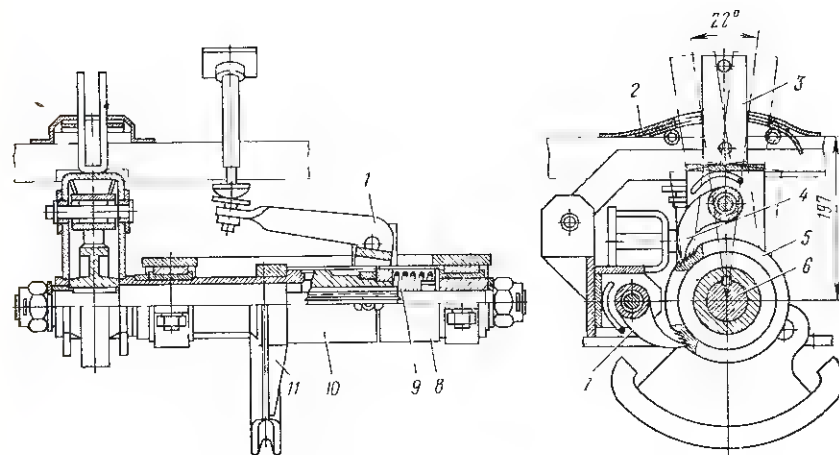


Рис. 77. Механизм ручного привода барабанного тормоза

10 закреплен сектор 11. При покачивании рычага 3 поворачивается сектор 11 и за 3—5 качаний закрепленный на нем трос затягивает тормозные колодки. Растормаживание осуществляется нажатием оттормаживающей педали 1, которая сжимает пружину 9 и выводит из зацепления кулачковые полумуфты. Металлический кожух 2 уплотняет отверстие в полу и перемещается по вращающимся обрезиненным роликам (одновременно с рычагом 3).

Трособлочная система ручного привода стояночного тормоза размещена под полом вагона и состоит из четырех участков стального троса диаметром 7,2 мм, подвижных и неподвижных блоков. Блоки 5, 6, 7 (рис. 78) — подвижные в специальных направляющих, блок 8 — неподвижный, его ось размещена в кронштейне рамы задней тележки вагона. Первый участок 4 троса соединяет сектор привода с осью подвижного блока 5; второй участок 3 охватывает и соединяет подвижные блоки 5 и 6; третий участок 2 соединяет оси подвижных блоков 6 и 7 и четвертый участок 1 охватывает и соединяет подвижной 7 и неподвижный

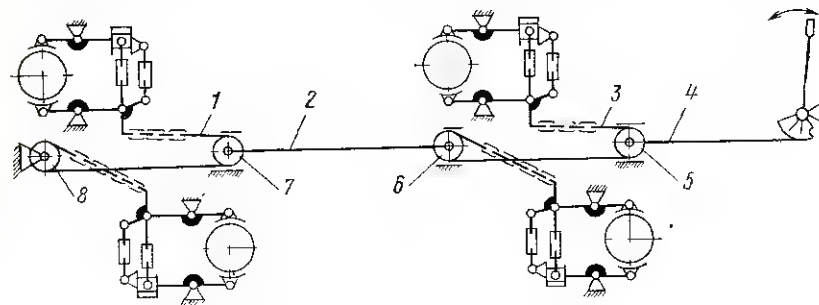


Рис. 78. Трособлочная система ручного привода барабанного тормоза

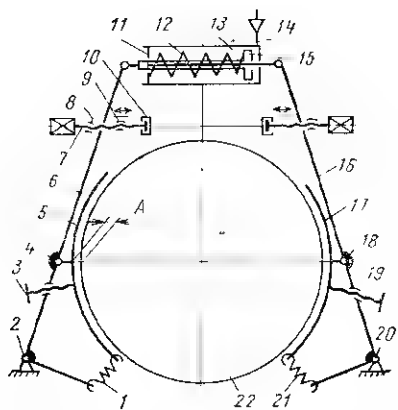


Рис. 79. Кинематическая схема пневмопрусинного тормоза

Применение пневмопрусинного тормоза вместо пневматического повышает надежность механического тормоза и исключает аварийные ситуации в случае выхода из строя других систем тормозов.

Для создания тормозного момента в этом случае используется предварительно сжатая витая цилиндрическая пружина, имеющая высокий коэффициент надежности, а применение четырех тормозов (по числу осей) делает механический тормоз практически безотказным.

Кроме того, пневмопрусинный тормоз дает возможность регулировать усилие нажатия тормозных колодок с учетом условий эксплуатации.

Пневмопрусинный тормоз состоит из плавающего тормозного цилиндра 13 (рис. 79), с поршнем 15, левого 6 и правого 16 вертикальных рычагов, тормозных колодок 5 и 17 с фрикционными накладками и тормозного барабана 22. Рычаги 6 и 16 установлены шарнирно на валиках 2 и 20. Тормозные колодки установлены на рычагах шарнирно при помощи валиков 4 и 18. Болты 3, 19 и пружины 1 и 21 служат для регулировки положения тормозных колодок относительно рабочей поверхности барабана. Гайки 8 на винтах 7 с упорным двусторонним подшипником 10 являются упорами для вертикальных рычагов и служат для регулировки зазора А между тормозными колодками и барабаном.

При нормально отрегулированном тормозе зазор А равен 3 мм по горизонтальной оси тормозного барабана.

Винты 7 служат для растормаживания системы при невозможности создания необходимого давления воздуха в тормозном цилиндре или других повреждениях. При вращении винта 7 против часовой стрелки гайка 9 упрется в вертикальный рычаг и отведет

ный 8 блоки. При натяжении троса он разжимает верхние концы вертикальных рычагов и затормаживает механический барабанный тормоз одновременно всех колесных пар вагона. Необходимо уделять особое внимание регулировке длины участков троса. Она должна быть такой, чтобы не было подтормаживания при прохождении кривых участков пути и за 3—5 качаний осуществлялось надежное затормаживание вагона, достаточное для удержания его на предельных спусках.

На вагонах РВЗ-7 в качестве механического тормоза применен пневмопрусинный тормоз.

его от осевой линии тормоза до упора в гайку 8, т. е. до появления зазора А между тормозными колодками и барабаном (тормоз расторможен).

При работе пневмопрусинного тормоза тормозной эффект возникает от прижатия тормозных колодок к тормозному барабану. Приводится в действие рычажно-тормозная система посредством тормозного цилиндра 13: при торможении — пружиной 12, при растормаживании — давлением воздуха.

Внутри цилиндра 13 проходят два штока: один связывает поршень 15 с верхним концом левого вертикального рычага 6; другой — левую крышку цилиндра с верхним концом правого вертикального рычага 16.

При расторможенном состоянии сжатый воздух по трубопроводу 14 заполняет правую полость цилиндра, сдвигает влево поршень 15, сжимает пружину 12, раздвигает верхние концы рычагов 6 и 16 и тем самым освобождает тормозной барабан от нажатия колодок 5 и 17.

При торможении воздух из тормозного цилиндра выпускают, под действием пружины 12 поршень 15 перемещается вправо, а цилиндр 13 — влево, верхние концы вертикальных рычагов сближаются и тормозные колодки прижимаются к тормозному барабану.

Конструктивно левую крышку 11 тормозного цилиндра 13 можно ввертывать внутрь цилиндра. Это предусмотрено для регулировки усилия пружины 12.

§ 28. Барабанный колодочный тормоз троллейбусов

Троллейбусы так же, как и трамвайные вагоны, оборудуют двумя независимыми друг от друга системами тормозов. Такими системами на троллейбусах являются электрический и механический тормоза. На всех современных троллейбусах устанавливают барабанный механический тормоз с пневматическим приводом. Одновременно барабанный тормоз имеет ручной привод и используется как стояночный тормоз, обеспечивающий удержание остановленного троллейбуса на уклонах до 100‰.

Барабанный тормоз имеет внутреннее расположение тормозных колодок. При нажатии на рычаг 1 (рис. 80) усилием штока тормозного цилиндра или рычага ручного тормоза через тягу 2 перемещается поворотный рычаг 3 и вращает разжимной кулак 4. При этом верхние

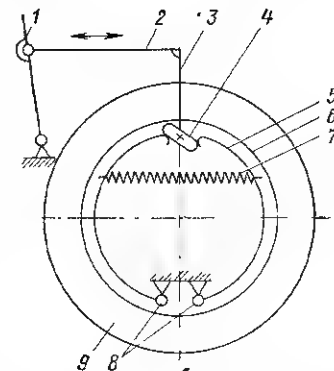


Рис. 80. Схема действия барабанного тормоза троллейбуса

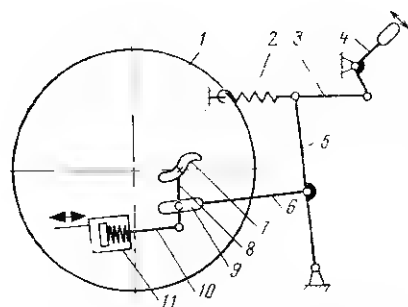


Рис. 81. Схема рычажной передачи стояночного тормоза троллейбуса

тормаживающей пружины 7 оттягиваются от тормозного барабана и возвращаются в исходное положение — тормоз опущен (растормозжен).

При пользовании ручным (стояночным) тормозом водитель, перемещая рычаг ручного тормоза 4 (рис. 81), через тягу 3 воздействует на поворотный рычаг 5 и перемещает шарнирно соединенную с ним тягу 6 тормоза. Тяга 6 после устранения зазора в проушине головки поворачивает рычаг 8, на оси которого неподвижно закреплен разжимной кулак колодочного тормоза 7. Троллейбус затормаживается. При постановке водителем рычага 4 в положение отпуска тормозов оттягивающая пружина 2 перемещает поворотный рычаг 5 в исходное положение, тяга 6 освобождает рычаг 8 и колесо 1 троллейбуса растормаживается. Прорезина 9 в головке тяги 6 предусмотрена для того, чтобы при работе барабанного тормоза от штока 10 тормозного цилиндра 11 рычажная система привода ручного тормоза исключалась из действия.

Служебным на троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б является электрический тормоз, пневматический тормоз служит для дотормаживания на остановках. При экстренном торможении оба тормоза действуют одновременно. Система торможения передних и задних колес раздельная — тормозной педалью приводятся в действие два односекционных тормозных краина, один из которых управляет тормозными цилиндрами передних колес, другой — задних.

Барабанный тормоз управляемых колес троллейбусов ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б практически одинаков. Тормоз ведущего моста отличается большей шириной тормозных накладок и наличием двух растормаживающих пружин. На троллейбусе ЗИУ-682Б из-за наличия пневматической подвески тормозной цилиндр установлен под балкой управляемого моста, в связи с чем весь тормозной механизм колеса (тормозные колодки, разжимной кулак и др.) повернут относительно оси качения колеса на 180° .

концы тормозных колодок 5 расходятся и колодки, поворачиваясь вокруг пальцев 8, закрепленных на неподвижной опоре, которая связана через кулису с балкой заднего моста, расходятся и прижимаются фрикционными накладками к внутренней поверхности тормозного барабана 6 — происходит торможение, так как тормозной барабан болтами прочно прикреплен к вращающейся ступице колеса 9. При снятии тормозного усилия с рычага 1 тормозные колодки усилием рас-

§ 29. Рельсовый электромагнитный тормоз

Для аварийного торможения современные трамвайные вагоны КТМ-5МЗ, РВЗ-6, РВЗ-7, ЛМ-57, ЛМ-68 и «Татра» всех модификаций оборудованы рельсовыми электромагнитными тормозами. Рельсовый тормоз представляет собой продолговатый электромагнит с одной катушкой, питаемой постоянным током от аккумуляторной батареи вагона напряжением 24 В, а на вагонах РВЗ — 50 В, через плавкий предохранитель. Он смонтирован на тележке над рельсами с обеих сторон в пространстве между колесами.

Катушка 6 (рис. 82) тормоза КВ-37 заключена в замкнутую металлическую гильзу и снабжена магнитопроводом. Магнитопровод имеет два полюса 7 и два полюсных наконечника 9, отделенных друг от друга прокладкой 10 из немагнитного материала. Полюсы и полюсные наконечники изготавливают из стали. Для уменьшения сопротивления магнитному потоку плоскости прилегания их обрабатывают шлифованием. После установки катушки сердечник закрепляют семью болтами 4, а полюсы и полюсные наконечники — одиннадцатью болтами 8.

Разделительную прокладку полюсных наконечников изготавливают из гетинакса или текстолита. Толщина ее $12^{+0,5}$ мм. Катушки электромагнита 6 имеют 112 витков (14 слоев по 8 витков), провод ПВД 1,56×4,4, длина провода 246 м. Сопротивление катушки при 20°C составляет $0,632 \text{ Ом} \pm 10\%$. Сопротивление изоляции катушки по отношению к стальному корпусу должно быть не менее $0,05 \text{ МОм}$. Масса одного комплекта рельсового тормоза $130 \text{ кг} \pm 10\%$.

Рельсовый тормоз подвешен на расстоянии 12 мм над головкой рельса к специальным кронштейнам продольной балки тележки посредством двух пружинных подвесок 2. Последние работают на растяжение и регулируют их таким образом, чтобы обеспечить одновременное прижатие к рельсам всех четырех тормозов данного вагона. Расположение рельсового тормоза над головкой

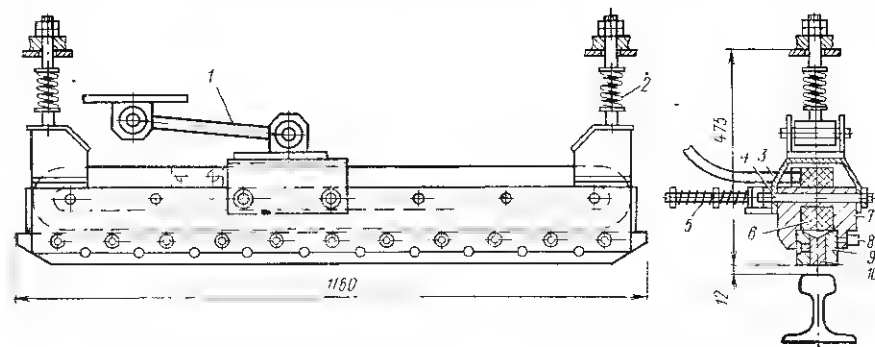


Рис. 82. Рельсовый электромагнитный тормоз КВ-37 вагона Т-3

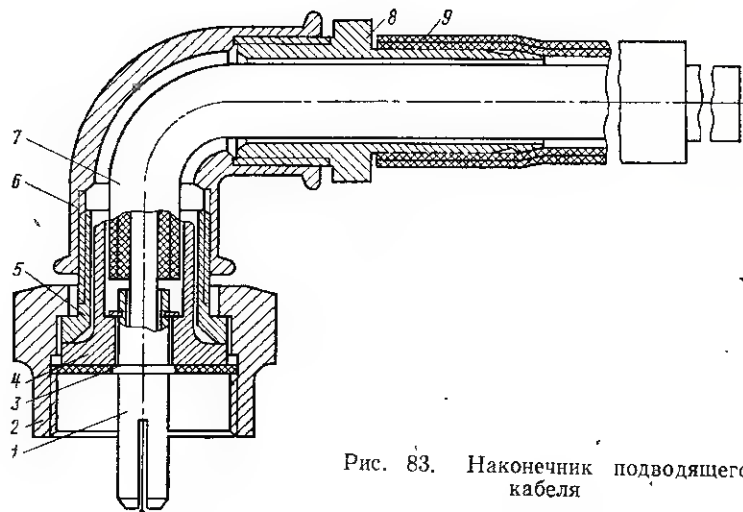
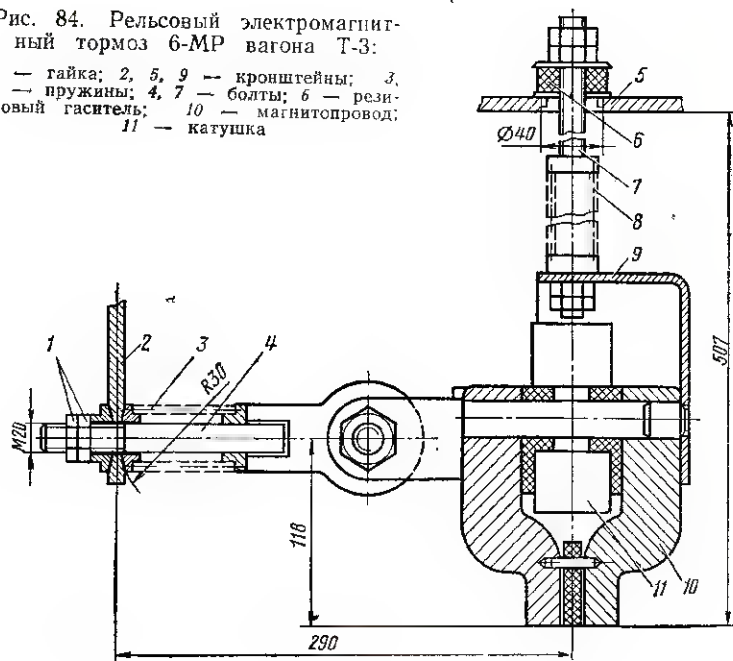


Рис. 83. Наконечник подводящего кабеля

Рис. 84. Рельсовый электромагнитный тормоз 6-МР вагона Т-3:

1 — гайка; 2, 5, 9 — кронштейны; 3, 8 — пружины; 4, 7 — болты; 6 — резиновый гаситель; 10 — магнитопровод; 11 — катушка



рельса обеспечивается двумя горизонтальными выравнивающими пружинными тягами 5. Стержень тяги 5 свободно проходит через отверстие в кронштейне продольной балки тележки. По обе стороны кронштейна на стержень надеты цилиндрические пружины, каждая из которых концом закреплена в кронштейне продольной балки, а вторым соединена со стержнем тяги 5. Усилиям пружин рельсовый тормоз удерживается в заданном положении.

Для передачи тормозного усилия от рельсового тормоза на тележку предусмотрено специальное устройство, состоящее из тяги 1 и двух мощных кронштейнов, один из которых закреплен на магнитопроводе рельсового тормоза, а второй — на продольной балке рамы тележки. В цапфах, соединяющих тягу 1 с кронштейнами, размещены упругие резиновые втулки, смягчающие ударные нагрузки, возникающие при срабатывании рельсового тормоза. Ток подводится к катушке посредством двух кабелей 3 в гибких металлических шлангах, прикрепленных к катушке специальной гайкой.

Действие электромагнитного рельсового тормоза предельно просто: при замыкании цепи по катушке проходит электрический ток, создающий магнитный поток в магнитопроводе. Магнитный поток проходит сердечник, полюсы, полюсные наконечники и замыкается через воздушный промежуток и рельс, в результате чего подвешенный посредством пружин 2 башмак тормоза притягивается к рельсу, возникает тормозное усилие трения, которое посредством тяги передается на тележку вагона.

На вагонах выпуска до 1975 г. наконечники подводящих к катушкам электромагнита кабелей имели форму прямого штуцера. С 1975 г. наконечники подводящих кабелей выполнены в виде колена, круто идущего вверх и не выступающего за габарит магнитопровода, что предохраняет их от повреждений при сходе вагона с рельсов. Наконечник подводящего кабеля представляет собой штеккер 1 (рис. 83) с буртиком 3, который вставляется в контактное гнездо катушки тормоза и прижимается гайкой 2 через прижимной 4 и промежуточный 5 штуцера. Кабель 7, защищенный гибким металлическим рукавом 9, посредством штуцера 8 и колена 6 соединен с промежуточным штуцером 5 и штеккером 1.

В процессе эксплуатации выявились недостатки рельсового тормоза КВ-37, которые в основном сводятся к частым повреждениям устройств горизонтальной фиксации тормоза над рельсом и вертикальной пружинной под-

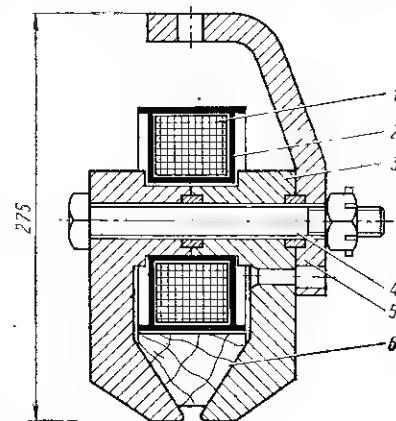


Рис. 85. Рельсовый электромагнитный тормоз ТРМ 5Г вагона ЛМ-68

VII

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ПНЕВМОПРИВОДЫ

§ 30. Агрегаты для получения сжатого воздуха

На трамвайных вагонах и троллейбусах устанавливают компрессоры поршневого типа. Кривошипно-шатунный механизм компрессора, состоящий из плеча коленчатого вала 1 (рис. 86) и шатуна 2, преобразует вращательное движение коленчатого вала в возвратно-поступательное движение поршня 3 в цилиндре 4. При движении поршня вниз в надпоршневой полости цилиндра создается разрежение и тогда давление атмосферного воздуха преодолевает сопротивление пружины 10 и открывает всасывающий клапан 9 - атмосферный воздух по всасывающему трубопроводу 8 заполняет цилиндр компрессора. При движении поршня вверх давление сжатого воздуха в надпоршневой камере возрастает, пружина 10 закрывает всасывающий клапан 9, а при достижении определенного давления преодолевает сопротивление пружины 6, открывает нагнетательный клапан 5 и сжатый воздух из цилиндра компрессора поступает по напорному трубопроводу 7 в воздушный резервуар.

Компрессор, схема которого изображена на рис. 86, является одноцилиндровым одноступенчатым. В практике имеются многоцилиндровые компрессоры с несколькими ступенями сжатия. Последние применяются в случаях, когда требуется сжатый воздух высокого давления. В этом случае после первой ступени сжатия воздух поступает в другой цилиндр компрессора, где получает следующую, более высокую степень сжатия, и так далее, до получения заданных параметров.

На трамвайных вагонах и троллейбусах применяют одно-, двух- и трехцилиндровые компрессоры. На вагонах РВЗ-6 и МТВ-82 установлен компрессор ТКВ-1, на вагонах ЛМ-57, ЛМ-68 и на троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б — компрессор ЭК-4. Их технические данные следующие:

Тип компрессора	ТКВ-1	ЭК-4
Тип электродвигателя	КБМ	ДК-408В
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	3,5
Частота вращения вала якоря, об/мин	690	1100
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	690	320
Подача, м³/мин	0,97	0,50
Ход поршня, мм	64	92
Диаметр цилиндра, мм	78	112
Масса мотор-компрессора, кг	350	272

вески, а также к нарушению магнитной проницаемости магнитного сердечника вследствие коррозионных повреждений плоскостей прилегания полюсов и полюсных наконечников. Поэтому завод-изготовитель в 1975 г. приступил к изготовлению и установке на вагоны Т-3 и Т-4СУ рельсового тормоза 6-МР (рис. 84). В конструкцию тормоза внесены некоторые усовершенствования. Упрощен магнитопровод — полюс и полюсный наконечник составляют одно целое; в боковых фиксаторах оставлена одна пружина, работающая на сжатие; улучшена вертикальная подвеска.

Рельсовые тормоза вагонов отечественного производства имеют аналогичную конструкцию. Катушка 1 (рис. 85) заключена в стальной кожух 2 и надета на магнитопровод, состоящий из двух полюсов 3, стянутых шестью болтами 4. Два кронштейна 5 служат для пружинной подвески тормоза. Для защиты от грязи пространство между полюсными наконечниками заполнено деревянным бруском 6.

Каждый из четырех рельсовых тормозов притягивается к рельсу с усилием около 50 кН. Вагон при торможении рельсовым тормозом имеет замедление 2,5...3,5 м/с² и при скорости начала торможения 35 км/ч на прямом горизонтальном участке пути тормозной путь составляет 15 м.

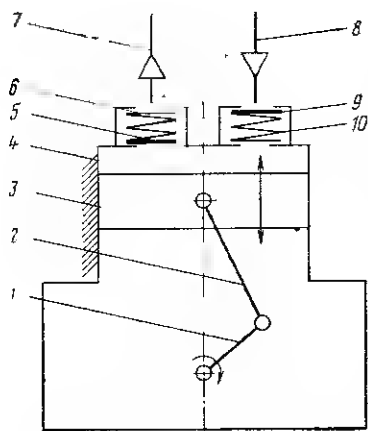


Рис. 86. Схема действия поршневого компрессора

Компрессор ЭК-4 — одиоступенчатый, двухцилиндровый, с горизонтальным расположением цилиндров, создающий конечное давление сжатия 0,8 МПа. Корпус 9 компрессора (рис. 87) отлит из серого чугуна. На нем установлен блок цилиндров 4 с клапанной коробкой 5, в которой размещены два всасывающих и два нагнетательных клапана. На две шатуновые шейки коленчатого вала 12, расположенные эксцентрично под углом 180° друг к другу, надеются шатуны 7, соединенные пальцами 8 с поршнями 6. Каждый поршень имеет четыре упругих пружинящих кольца — три уплотнительных и одно, ближайшее к коленчатому валу,

маслосбрасывающее. Коленчатый вал вращается в двух шариковых подшипниках 10, расположенных по его концам в гнездах корпуса 9 и буксы 11. Приводом коленчатого вала служит электродвигатель 1 постоянного тока (ДК-408В). Вал якоря двигателя соединен с коленчатым валом через двухступенчатый редуктор 3 с цилиндрическим косозубым зацеплением, размещенный в корпусе 2. Шестерни редуктора работают в масляной ванне; смазка шатунно-поршневой группы осуществляется разбрызгива-

телями, укрепленными на шатунах и разбрызгивающими смазку, находящуюся в полости корпуса — картере редуктора. Картер соединен через сапун с атмосферой. Для подвешивания мотор-компрессора предусмотрены три кронштейна — лапы 13.

Режим работы компрессора повторно-кратковременный с продолжительностью цикла до 10 мин. При достижении в пневматической системе троллейбуса давления воздуха 0,8 МПа регулятор давления отключает электродвигатель от источника питания. При понижении давления воздуха в пневматической системе до 0,65 МПа регулятор давления включает электродвигатель и компрессор продолжает нагнетать воздух в систему.

Компрессор ТКВ-1 — одноступенчатый, трехцилиндровый, с вертикальным расположением цилиндров, соединен с электродвигателем через упругую резиновую муфту. Картер компрессора и блок цилиндров отлиты из алюминиевого сплава. В цилиндры запрессованы чугунные втулки, предохраняющие блок от износа, в малую головку шатуна — бронзовая втулка, внутренняя поверхность большой головки залита оловянистым баббитом. В клапанной коробке размещены три всасывающих и три нагнетательных клапана.

Коленчатый вал имеет три эксцентрично расположенные под углом 120° друг к другу шатуновые шейки.

На трамвайных вагонах РВЗ-7 установлен одиоступенчатый компрессор РК-4А. Подача его составляет 0,250 м³/мин, давление нагнетания 0,8 МПа, масса 270 кг; габариты (в мм) — 970××525×405; электродвигатель ДК-408В. В конструкции компрессора предусмотрен фильтр для очистки атмосферного воздуха от механических примесей.

§ 31. Воздушные резервуары и тормозные цилиндры

Воздушные резервуары по назначению подразделяют на главные и вспомогательные (рабочие). Главный резервуар непосредственно связан напорным трубопроводом с компрессором и предназначен для накопления и хранения сжатого воздуха давлением 0,8 МПа. Нагретый при сжатии и нагнетании воздух, поступив в главный резервуар, охлаждается, при этом выделяются влага и масло, которые периодически удаляют через спускной кран. Вспомогательные резервуары служат для обеспечения сжатым воздухом рабочих органов различных аппаратов, имеющих пневмоприводы.

Резервуары изготовляют электросваркой из листовой стали толщиной 3 мм. Они состоят из цилиндра 1 (рис. 88) и двух днищ 2, которые имеют выпуклую или вогнутую форму. Днища выпуклой формы (рис. 88, а) сваривают с цилиндром встык и с внутренней стороны ставят усиливающую кольцевую накладку. Вогнутые днища (рис. 88, б) вваривают внахлестку внутрь цилиндра.

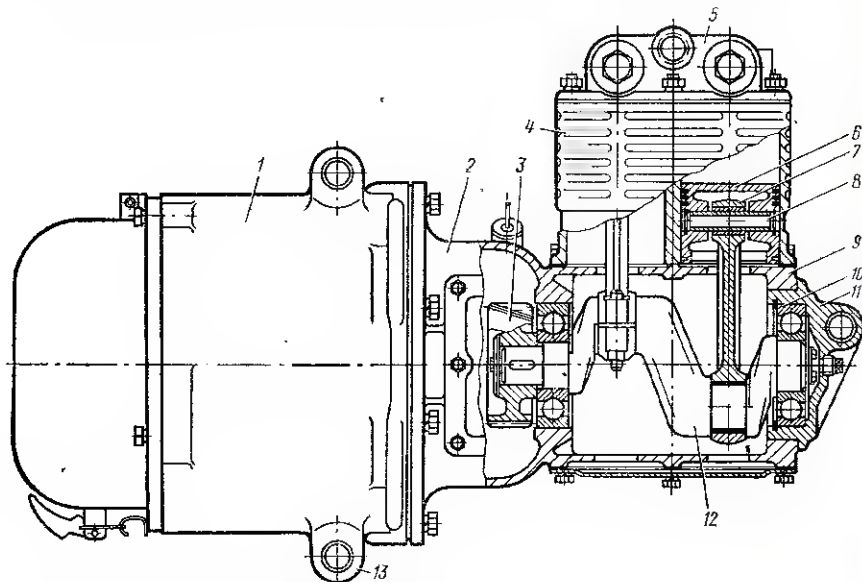


Рис. 87. Компрессор ЭК-4 (вид сверху)

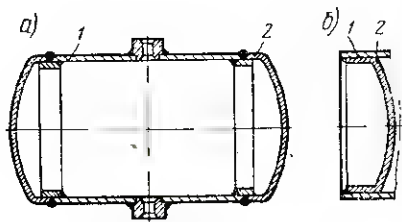


Рис. 88. Воздушные резервуары

В днища и тело цилиндра варивают резьбовые фланцы 4, которые служат для присоединения трубопроводов и спускных кранов. После изготовления и в процессе эксплуатации резервуары подвергают гидравлическому испытанию давлением 1,3 МПа.

Вместимость резервуаров, в зависимости от типа подвижного состава, различна. На трамвайном вагоне РВЗ-7 вместимость главного резервуара составляет 110, вспомогательного — 0,012 м³; на вагоне ЛМ-68 установлены два главных резервуара вместимостью по 0,055 м³ каждый и один вспомогательный на 0,025 м³, на вагоне РВЗ-6 — главный резервуар на 110 м³, вспомогательный — на 0,030 м³.

На троллейбусе ЗИУ-5Д имеются три резервуара на 25 л каждый; один из них (ближайший к компрессору) выполняет роль отстойника конденсата влаги и масла; на троллейбусах ЗИУ-682Б установлены четыре резервуара на 25 л каждый. Резервуары подвешивают специальными хомутами к раме кузова сварочным швом вниз.

Спускной кран предназначен для спуска конденсата влаги и масла из воздушных резервуаров и маслоотделителей. Корпус 2 крана (рис. 89, а) через переходной ниппель 3 ввернут в нижний фланец резервуара. Пробка 4 прижата к корпусу пружиной 5. При постановке рукоятки 1 вдоль корпуса кран открыт — резервуар соединяется с атмосферой.

Спускной кран шарикового типа состоит из корпуса 9 (рис. 89, б), гнезда 7, шарика-клапана 8, седла с ушком 6, пружины 10, рычага 11 и тяги привода 12. Тяга привода выведена на боковую сторону вагона (троллейбуса). Потянув тягу 12 на себя, рычагом 11 поднимают клапан 8, преодолевая сопротивление пружины 10, и соединяют резервуар с атмосферой. При отпущенной тяге усилием пружины и сжатого воздуха клапан 8 закрывает выходное

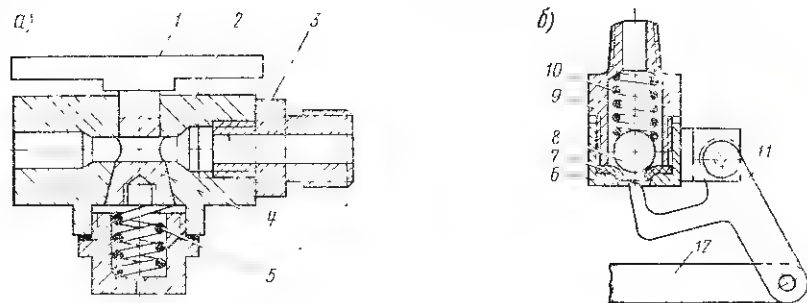


Рис. 89. Спускные краны

отверстие в гнезде 7 и прекращает выпуск воздуха из резервуара.

На вагонах РВЗ-6 и МТВ-82 применяют маслоотделитель фильтрующий (рис. 90, а). Воздух из напорной магистрали поступает в чугунный корпус 1, проходит фильтр 2, очищается от частиц влаги и масла и через патрубок крышки 3 выходит из влагомаслоотделителя. Масло и влага стекают вниз и удаляются через спускной кран 4. Фильтр 2 состоит из двух металлических сеток, пространство между которыми заполнено крупной стальной стружкой (иногда металлическими трубками).

Влагомаслоотделитель конденсационного типа устанавливают на напорном воздухопроводе троллейбуса ЗИУ-682Б на пути от компрессора к главному резервуару. Он предназначен для первичной очистки сжатого воздуха от влаги и масла. Корпус 7 (рис. 90, б) и днища 5, 12 влагомаслоотделителя изготовлены из листовой стали и сварены электросваркой. В нижнее днище вварен штуцер для установки спускного краника. Внутри корпуса размещен диффузор 8, как бы делящий объем корпуса на два отсека. В верхнем отсеке в тело корпуса вварен выходной штуцер 6 для присоединения напорного трубопровода, в нижнем размещены входной штуцер 9, направляющая спираль 10 и решетка 11.

Сжатый воздух поступает по нагнетательному трубопроводу через входной штуцер 9 в нижнюю полость влагомаслоотделителя, при расширении охлаждается, выделяемый при этом конденсат осаждается на направляющей спирали 10, стенках корпуса и через решетку 11 стекает в нижнюю крышку к спускному кранику. Воздух по патрубку диффузора 8 проходит в верхнюю полость, где процесс расширения, охлаждения и очистки продолжается. Капли конденсата по стенкам корпуса и диффузора

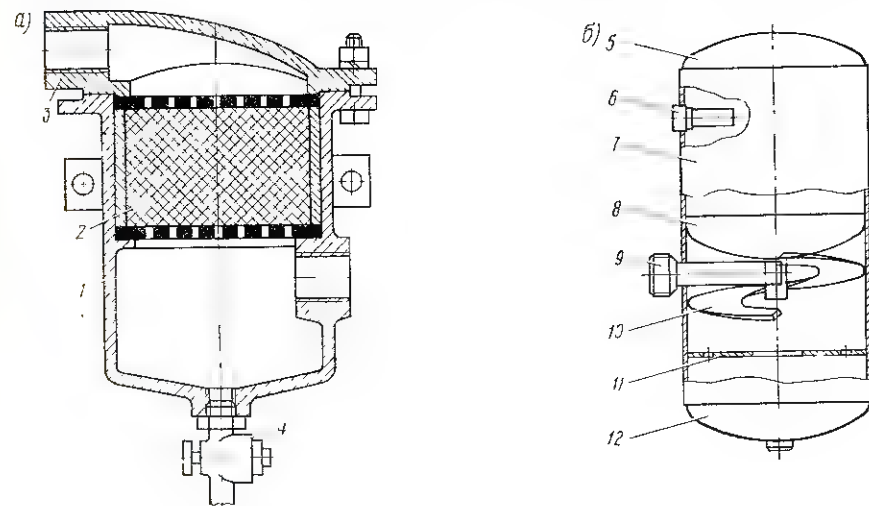


Рис. 90. Влагомаслоотделитель

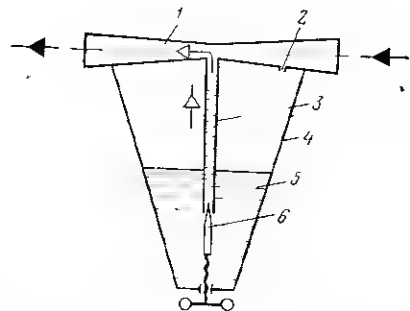


Рис. 91. Схема действия спирто-глицеринового противозаморажителя

стекают в нижнюю полость. Скопившийся конденсат из влагомаслоотделителя периодически удаляют через спускной кран.

Влагомаслоотделители конденсационного типа, но иной конструкции, установлены на вагонах ЛМ-57, ЛМ-68.

Спиртоглицериновый противозаморажитель, предназначенный для предотвращения обледенения воздухопроводов и пневматических аппаратов при минусовых температурах, устанавливают на напорном воздухопроводе вслед за влагомасло-

отделителем. Принцип его работы следующий. Поток сжатого воздуха, проходя по диффузору корпуса 1 (рис. 91), развивает в узком сечении диффузора большую скорость, увлекает за собой воздух из трубки 3 и создает в ней разрежение. Сжатый воздух, поступающий в стакан 4 из расширенной приемной части диффузора, через отверстие 2 давит на поверхность спиртоглицериновой смеси 5. Благодаря разности давлений в стакане 4 и трубке 2 спиртоглицериновая смесь по кольцевому зазору между срезом трубки и иглой дросселя 6 подается в трубку 2, подхватывается потоком сжатого воздуха, испаряется и в смеси с воздухом поступает в пневмосистему, препятствуя ее обледенению.

Интенсивность насыщения парами спиртоглицериновой смеси сжатого воздуха регулируют дросселем 6 с учетом температуры и влажности атмосферного воздуха. Опыт показывает, что на троллейбусах ЗИУ-682Б 200 г смеси достаточно для обеспечения двухсменной работы на линии в течение 10 сут. Смесь состоит из 50% глицерина и 50% этилового спирта.

Тормозные цилиндры преобразуют энергию сжатого воздуха в механическое усилие и через рычажную тормозную передачу обеспечивают нажатие колодок на тормозной барабан. Тормозной цилиндр троллейбусов ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б состоит из стального штампованного корпуса 1 (рис. 92), поршня 2 с направляющей 6, штока 9, возвратной пружины 5 и крышки 7. Поршень уплотнен в цилиндре манжетой 3 с распорной пружиной и сальником 4. Направляющая штока опирается на бронзовую втулку, запрессованную в крышку, и уплотнена в крышке сальником 11. В крышке цилиндра предусмотрены отверстия для выхода воздуха из полости цилиндра 13 при торможении. Отверстия защищены фильтрами 12, чтобы предохранить цилиндр от загрязнения различными примесями атмосферного воздуха, засасываемого в цилиндр при отпуске тормозов. Для защиты штока от механических повреждений предусмотрена муфта 8. Посредством вилки 10 тормозной цилиндр связан с тормозным рычагом.

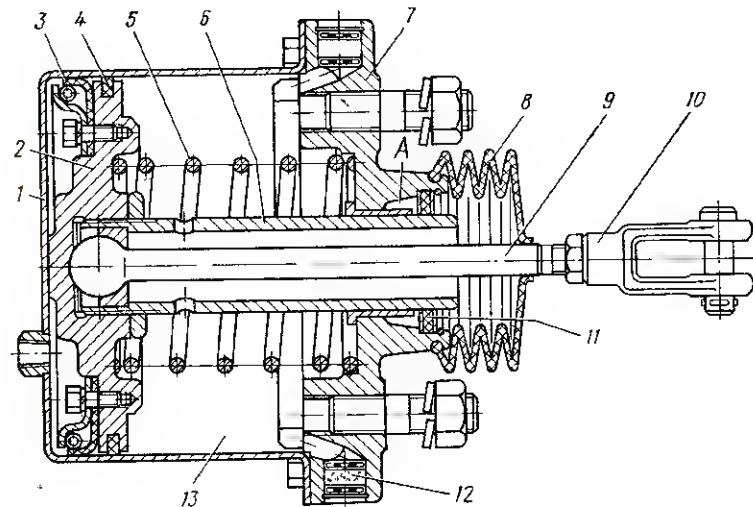


Рис. 92. Тормозной цилиндр

Торможение осуществляется подачей сжатого воздуха в тормозной цилиндр через отверстие в задней крышке цилиндра. При этом поршень перемещается, сжимая возвратную пружину 5. При отпуске тормозов сжатый воздух из тормозного цилиндра выпускается и усилием пружины 5 поршень возвращается в исходное положение. Тормозные цилиндры, установленные на трамвайных вагонах, аналогичны описанному выше и имеют некоторые принципиальные отличия. Например, тормозной цилиндр вагонов ЛМ-57, ЛМ-68 имеет литой из серого чугуна корпус и не имеет фильтров в отверстиях крышки цилиндра.

§ 32. Регуляторы давления

Регулятор давления представляет собой электропневматический аппарат, автоматически регулирующий давление воздуха в главном резервуаре пневматической системы трамвайных вагонов и троллейбусов, воздействуя на контактор включения электродвигателя компрессора.

На современном подвижном составе применяют регуляторы давления АК-5А (вагоны МТВ-82), АК-11А (ЛМ-57 и ЛМ-68) и АК-11Б (РВЗ-6, РВЗ-7, троллейбусы ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б). Регуляторы АК-5А и АК-11А осуществляют переключения в цепях напряжением 550 В и поэтому снабжены дугогасительным устройством. Регуляторы АК-11Б воздействуют на низковольтные цепи управления и поэтому устройств дугогашения не имеют.

Наиболее распространенным является регулятор АК-11Б. Он состоит из подвижного штока 13 (рис. 93), перемещающегося в направляющих 12, резиновой диафрагмы 16, на которую опирается нижним концом шток 13, главной пружины 11, осуществляющей

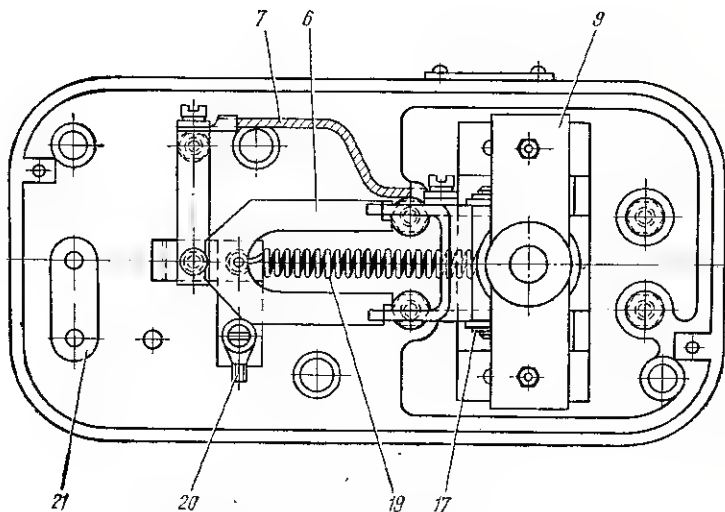
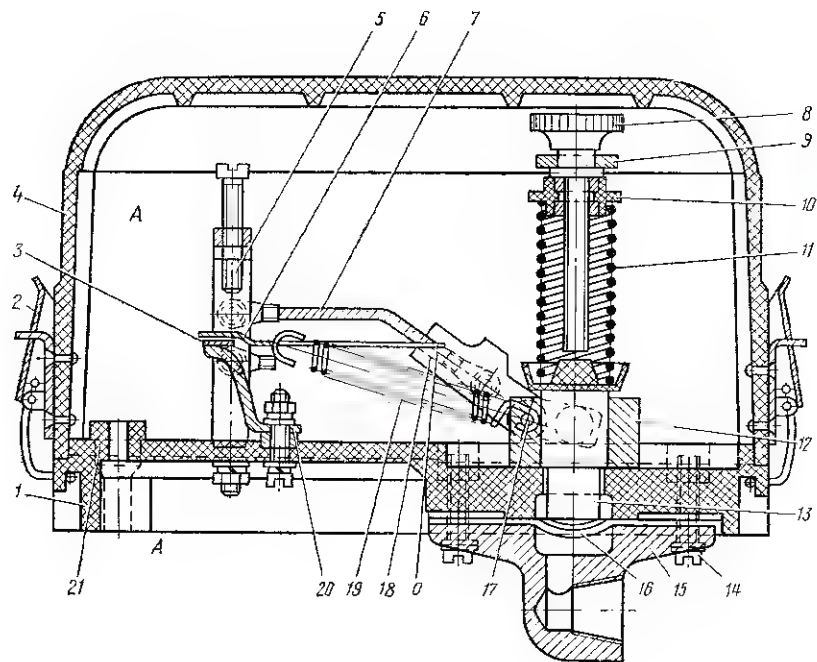


Рис. 93. Регулятор давления АК-11Б

ющей нажатие на верхний конец штока, и рычажно-контактного устройства, в которое входят неподвижный 3 и подвижной 6 контакты, упор 5, рычаг 18, пружина 19. Механизм регулятора смонтирован на пластмассовом основании 1 и закрыт пластмассовым кожухом 4 при помощи двух замков 2. Нажатие главной пружины регулируют винтом 8, двусторонней опорой которого является кронштейн 9. При вращении винта 8 перемещается фасонная гайка 10 и изменяется степень сжатия пружины. Рычаг 18 поворачивается на оси 17, одним концом он связан с подвижным штоком 13, а на втором конце находится точка опоры 0 подвижного контакта 6. Подвижной контакт одним концом опирается на рычаг 18, а другим (контактной губкой) — прижат усилием пружины 19 к неподвижному контакту. Диафрагма 16 зажата между основанием 1 и чугунным фланцем 15 четырьмя винтами 14. Ток к неподвижному контакту подводится по проводу 20, к подвижному контакту — через гибкий шунт 7.

При отсутствии воздуха в напорной магистрали регулятор давления находится в нормальном положении: контакты его замкнуты, шток 13 пружиной 11 перемещен в нижнее положение, пружина 19 обеспечивает нормальное нажатие контактов. При включении водителем мотор-компрессора давление воздуха в напорном трубопроводе, главном резервуаре и в камере под диафрагмой 16 постепенно повышается и, воздействуя на диафрагму, перемещает шток и связанный с ним конец рычага 18 вверх. Когда давление под диафрагмой повысится по заданного уровня, рычаг 18, поворачиваясь вокруг оси 17, займет такое положение, когда точка опоры подвижного контакта 0 выйдет на осевую линию пружины. При дальнейшем движении вниз пружина 19 перебрасывает подвижной контакт вверх до упора 5, тем самым разрывая цепь электродвигателя компрессора.

При снижении давления шток 13 под действием главной пружины 11 опускается вниз и, когда точка 0 выйдет на осевую линию пружины 19, происходит замыкание контактов, электродвигатель компрессора включается и компрессор пополняет запас сжатого воздуха в главном резервуаре. Регулировку давления отключения осуществляют винтом 8, а перепада давления (или абсолютного давления в момент включения) — винтом 5.

Регулятор давления АК-11А отличается от регулятора АК-11Б тем, что в нем дополнительно смонтированы дугогасительная камера с дугогасительной катушкой. Они размещены в отсеке А и закреплены двумя винтами к основанию в гнездах 21.

Регуляторы давления, в зависимости от типа подвижного состава, устанавливают на следующие значения давления:

	Вагоны РВЗ, ЛМ	Троллейбусы ЗИУ-682Б	ЗИУ-5
Давление отключения, МПа	0,60	0,65	0,80
Давление включения, МПа	0,45	0,50	0,65

§ 33. Предохранительный, обратный и редукционный клапаны

Предохранительный клапан служит для защиты пневматической системы от сжатого воздуха повышенного давления в случае неисправности автоматического регулятора давления. Его устанавливают, как правило, на главном резервуаре или на напорной магистрали в непосредственной близости к компрессору. Клапан состоит из корпуса 2 (рис. 94, а), седла клапана 1, регулировочного винта 5, пружины 7 и шарикового клапана 8. Стержень 3 является направляющей и опорой для пружины 7. Седло клапана и регулировочный винт ввертывают в корпус.

После установки необходимого нажатия пружины регулировочный винт застопоривают контргайкой 6 и пломбируют пломбой 4.

Предохранительный клапан регулируют на троллейбусах ЗИУ-5Д на 0,8 МПа, ЗИУ-682Б на 0,9 МПа, на трамвайных вагонах РВЗ и ЛМ — на 0,7 МПа.

При достижении предельного давления сжатый воздух преодолевает усилие пружины, поднимает клапан и избыток воздуха из напорной магистрали выходит в атмосферу через отверстия в корпусе клапана.

Корпус предохранительного клапана, устанавливаемого на трамвайных вагонах, состоит из верхней 12 (рис. 94, б) и нижней 15 частей.

Клапан 14 с ребристым направляющим хвостовиком прижат к седлу пружиной 11 через опорную шайбу 13. Регулировочная гайка 10 закрыта и закреплена колпачком 9. В верхней части корпуса просверлены отверстия для выхода сбрасываемого клапаном сжатого воздуха в атмосферу.

Обратный клапан предназначен для пропуска воздуха только в одном направлении — от компрессора в сторону рабочих органов.

На подвижном составе применяют обратные клапаны различного конструктивного исполнения в зависимости от конкретных условий установки и применения.

Обратный клапан компрессора устанавливают для разгрузки компрессора от давления воздуха главного резервуара во время остановки компрессора и предотвращения утечки воздуха из пневмосистемы в случае неплотного прилегания нагнетательных клапанов к седлам. Он имеет стальной корпус 4 (рис. 95) с приваренным резьбовым патрубком 1, клапан 7, пружину 5 и резьбовую пробку 2.

Клапан уплотнен навулканизированным резиновым кольцом 8, а пробка — картойной прокладкой 3. Направляющий хвостовик клапана — пустотелый, с двумя диаметрально просверленными отверстиями 9. Через патрубок 1 обратный клапан соединен с главным резервуаром, в коническое резьбовое отверстие 6 ввернут предохранительный клапан.

Воздух из компрессора поступает под клапан, отжимает его, преодолевая усилие пружины 5, и через отверстие 9 в хвостовике клапана и в патрубке 1 устремляется в главный резервуар.

При остановке компрессора клапан 7 усилием пружины и сжатого воздуха прижимается к седлу и разобщает компрессор с главным резервуаром.

Обратный клапан резервуара состоит из седла 1 (рис. 96), клапана 3 с резиновым уплотнением, пружины 4 и корпуса 5 клапана.

Корпус накручен на хвостовик седла и уплотнен резиновым кольцом 2. В собранном виде клапан с седлом ввертывают в резьбовое отверстие фланца в днище воздушного резервуара, а в коническое резьбовое отверстие седла 1 — штуцер напорной магистрали. Сжатый воздух, поступающий из компрессора, отжимает клапан 3, сжимая пружину 4, и проходит в резервуар через отверстие в теле корпуса 5. После прекращения подачи сжатого воздуха или при обрыве напорной магистрали клапан 3 усилием пружины 4 и сжатого воздуха прижимается к седлу 1 и предупреждает утечку воздуха из резервуара.

На напорной магистрали трамвайных вагонов РВЗ-6, ЛМ-57 и ЛМ-68 установлен обратный клапан простейшей конструкции. Чугунный клапан 1 (рис. 97) имеет два отверстия с резьбой для присоединения трубопроводов. Стальной клапан 2 с направляющей в форме полого цилиндра с шестью просверленными в нем отверстиями для пропуска воздуха ограничен по подъему хвостовиком резьбовой крышки 3. Сжатый воздух поступает под клапан, преодолевая вес клапана, поднимает его и проходит в резервуар.

Обратный поток воздуха исключен, так как клапан своим весом и избыточным давлением сжатого воздуха резервуара плотно прижимается к седлу.

Направление нагнетаемого воздуха показано стрелкой на корпусе клапана, что гарантирует правильность монтажа. Обратные клапаны разобщают воздушные

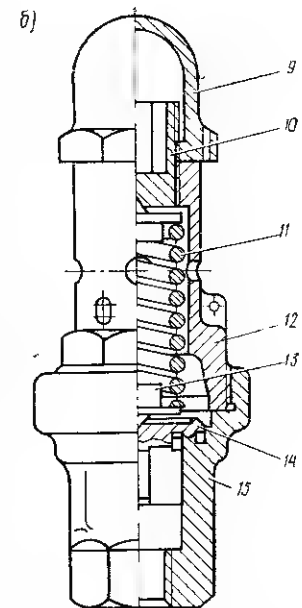
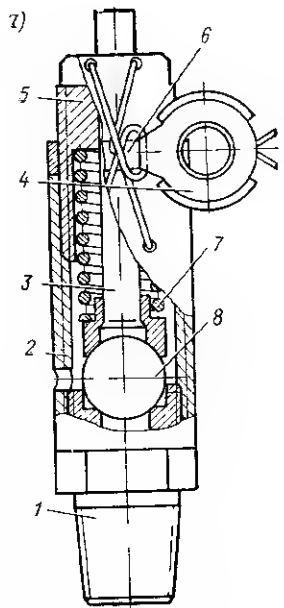


Рис. 94. Предохранительный клапан

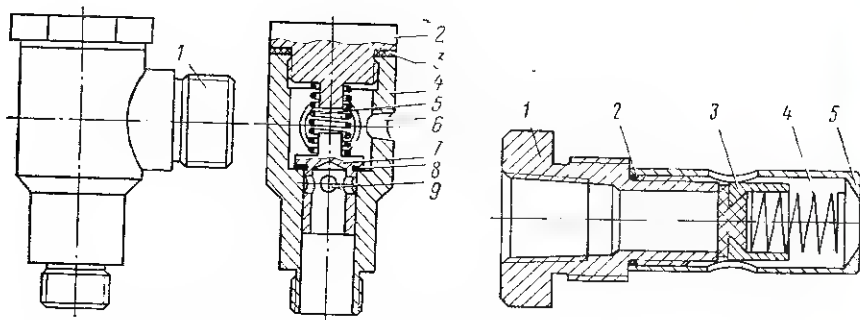


Рис. 95. Обратный клапан компрессора

Рис. 96. Обратный клапан резервуара

резервуары и их магистрали, что используется для применения на троллейбусах двухсистемного управления пневматическими тормозами путем раздельной подачи сжатого воздуха в тормозные цилиндры передних и задних колес посредством двухкамерного тормозного крана (ЗИУ-5) или двух самостоятельных тормозных кранов (ЗИУ-682Б). Применение двух независимых систем повышает надежность действия тормозов и безопасность движения троллейбусов.

Редукционный клапан установлен на трамвайных вагонах РВЗ-6, ЛМ-57 и ЛМ-68. Он служит для поддержания пониженного, по сравнению с главным резервуаром, давления в тормозной магистрали в пределах, необходимых для торможения пневматическим тормозом (0,40...0,45 МПа). Корпус редукционного клапана состоит из двух скрепленных болтами частей: верхней 6 (рис. 98) и нижней 12. Между ними зажата диафрагма 16 из тонкой листовой латуни или нержавеющей стали. На диафрагме лежит шайба 7, на которую своим хвостовиком опирается клапан 5, нагруженный силой сжатия пружины 3. Нажатие пружины создается заглушкой 1, уплотненной прокладкой 2. Клапан, опирающийся на седло 4, делит верхнюю часть корпуса на две камеры. Диафрагма 16 снизу находится под воздействием пружин 10, 11, нажатие которых через упорные шайбы 8 и поршень 9 утаивают регулирующим стаканом 13. Стакан стопорят винтом 15 через алюминиевый вкладыш 14 (для предохранения резьбы стакана от повреждения).

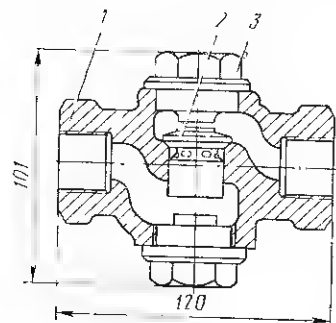


Рис. 97. Обратный клапан магистрали

Под действием регулирующих пружин диафрагма прогибается вверх и приподнимает клапан 5. Воздух из напорной магистрали

перетекает в систему низкого давления. Когда нажатие на диафрагму выравнивается с усилием пружины, диафрагма прогибается вниз, клапан сядет на свое гнездо и доступ воздуха в систему низкого давления прекратится. По мере расходования воздуха давление над диафрагмой понизится и клапан впустит очередную порцию воздуха из напорной магистрали. Так редукционный клапан поддерживает постоянное давление в системе низкого давления.

На троллейбусах ЗИУ-682Б, оборудованных пневматическим подвешиванием кузова, установлен редуктор давления, отделяющий пневматическую систему тормозов от системы подвешивания и предназначенный для повышения надежности работы тормозов. Между крышкой 6 (рис. 99) и корпусом 12, соединенным болтами 8, зажата диафрагма 1, на которую через нажимной диск 2 и подпятник 3 давит пружина 7. Нажатие пружины регулируют винтом 5 и фиксируют гайкой 4. В теле корпуса 12 размещен клапан 11. Он прижат к седлу пружинной 9, нажатие которой регулируют сменными регулировочными прокладками 10. Редуктор давления регулируют таким образом, чтобы при давлении воздуха в тормозных резервуарах $0,45 \pm 0,05$ МПа, а следовательно, и в кольцевой выточке корпуса 12 под диафрагмой 1, последняя прогибалась, сжимая пружину 7, и сжатый воздух заполнял резервуар пневмоподвески. При падении давления в тормозной системе ниже 0,4 МПа сжатый воздух системы пневмоподвески отжимает клапан 11, поступает в тормозные резервуары и обеспечивает нормальную работу тормозов.

Буксирный клапан устанавливают на троллейбусах ЗИУ-682Б, оборудованных пневматической подвеской кузова. Он расположен в передней части воздухопровода и служит для наполнения воздухом пневмосистемы троллейбуса в случае, если его необходимо буксировать. Когда троллейбус находится в рабочем состоянии и его пневмосистема

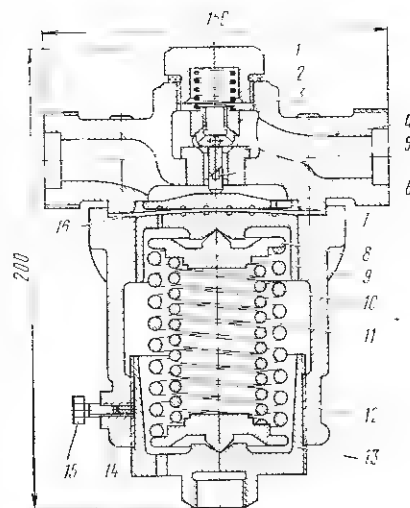


Рис. 98. Редукционный клапан

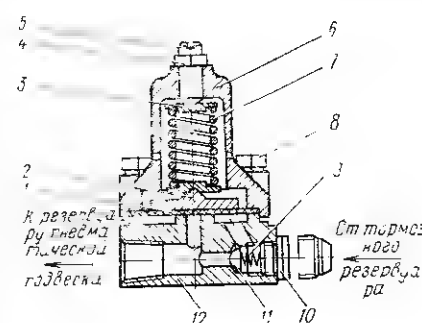


Рис. 99. Редуктор давления

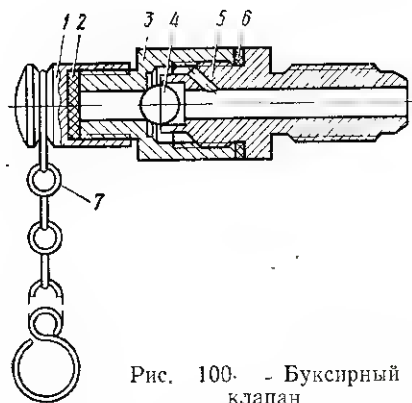


Рис. 100. - Буксирный клапан

заполнена сжатым воздухом, шариковый клапан 4 (рис. 100) прижат к седлу корпуса 3. Герметичность клапана обеспечивается прокладкой 2, гайкой 1 и прокладкой 6 между корпусом клапана 3 и штуцером 5. Когда троллейбус находится в нерабочем состоянии, воздух в его пневмосистеме отсутствует. Для наполнения ее воздухом отвертывают гайку 1 и соединяют резиновым рукавом корпус клапана 3 с пневмосистемой троллейбуса - буксира. Сжатый воздух перемещает шариковый клапан в выточку штуцера 5 и по кольцевому зазору и наклонным сверлениям в штуцере 5 поступает в пневмосистему троллейбуса, подготовливаемого к буксировке. Цепочка 7 закреплена на выточке гайки 1.

§ 34. Тормозные краны водителя

На троллейбусах всех типов, а также на трамвайных вагонах РВЗ-6, РВЗ-7, ЛМ-57, ЛМ-68, МТВ-82 и других, имеющих пневматическое оборудование, устанавливают тормозные краны водителя, предназначенные для управления пневматическими тормозами.

В тормозном кране троллейбуса ЗИУ-682Б между двумя частями 4 и 6 корпуса (рис. 101) зажата диафрагма 15. В корпусе помещен рычаг 2, вращающийся вокруг оси 18 и шарнирно связанный с тягой 1, идущей к тормозной педали. Рычаг 2 опирается на толкатель 16, в котором размещена тормозная пружина 3, опирающаяся через нажимной диск 5 на трубку диафрагмы 14, соединенную с диафрагмой 15. Во второй части 6 корпуса помещена пружина диафрагмы 7, клапан в сборе (впускной 10 и выпускной 8) с пружиной 9. Седло 12 впускного клапана зажато пробкой 11 в корпусе, а седлом выпускного клапана служит трубка диафрагмы 14. В ее конической части просверлено отверстие для сообщения с атмосферой камеры А при открытом выпускном клапане. К корпусу присоединена контактная коробка стоп-сигнала 13, состоящая из изоляционного корпуса, контактов: неподвижного и подвижного, соединенного с диафрагмой, пружины и зажимов для присоединения проводов.

При нажатии на тормозную педаль рычаг 2 перемещает толкатель 16, трубку 14, закрывает выпускной клапан 8, разъединяя полость А с атмосферой, после чего открывает впускной клапан 10. При этом сжатый воздух из рабочего резервуара поступает в камеру А, а следовательно, и в тормозные цилиндры, так как камера А постоянно соединена с тормозными цилиндрами;

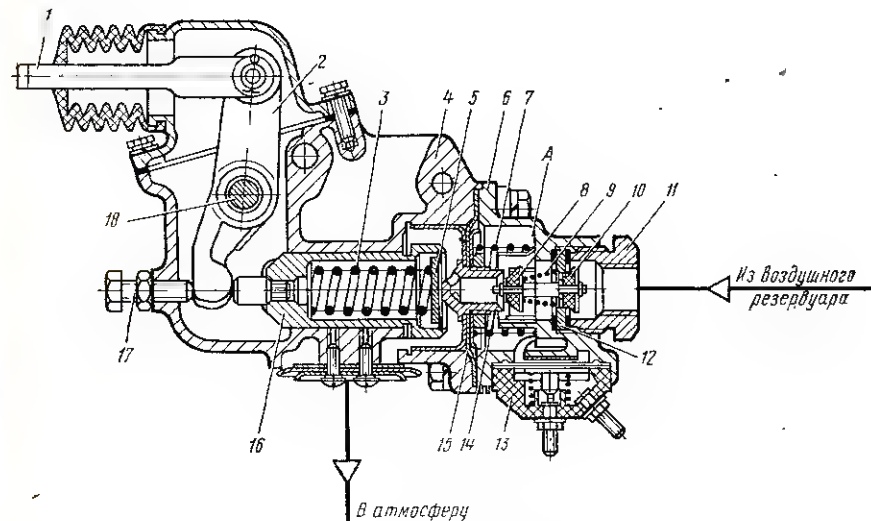


Рис. 101. Тормозной кран троллейбуса ЗИУ-682Б

происходит торможение. Одновременно загорается лампа стоп-сигнала (цепь тока стоп-сигнала замыкается под давлением сжатого воздуха в камере А прогибом диафрагмы подвижного контакта). При отпуске тормозной педали рычаг 2 под действием пружины 5 (рис. 102) возвращается в исходное положение, пружина 7 (см. рис. 101) перемещает диафрагму 15 и трубку 14; закрывается впускной клапан 10, прекращая поступление сжатого воздуха из рабочего резервуара в камеру А, открывается выпускной клапан 8 и воздух из тормозного цилиндра выходит в атмосферу через открытый выпускной клапан и отверстие в конусной части трубки 14. Происходит отпуск тормозов. Контакты стоп-сигнала под действием пружины размыкаются, лампа гаснет.

Тормозной кран по принципу работы является краном следящего действия, так как по мере перемещения тормозной педали сжатый воздух, поступающий в полость А, воздействует на ди-

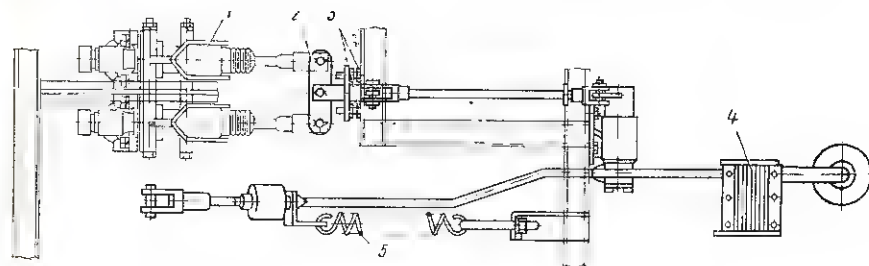


Рис. 102. Привод тормозных кранов троллейбуса ЗИУ 682Б

афрагму 15, вследствие чего увеличивается усилие на рычаге 2. Этим обеспечивается пропорциональность между усилием на педали и давлением сжатого воздуха в тормозных цилиндрах.

На троллейбусе ЗИУ-682Б установлены два тормозных крана для раздельного обслуживания тормозных цилиндров передних и задних колес. Одновременность срабатывания тормозных кранов регулируют изменением положения коромысла 2 (см. рис. 102) болтом 3. Ход тормозной педали 4 регулируют специально предусмотренным регулировочным болтом таким образом, чтобы при полном ее нажатии давление воздуха в тормозной системе было 0,45 МПа. Нулевое положение тормозной педали устанавливают изменением длины тяги тормозного крана так, чтобы приводной рычаг 2 (см. рис. 101) упирался в ограничительный болт 17.

Пневматический и электрический тормоза регулируют таким образом, чтобы сначала срабатывал электрический тормоз, а затем пневматический, т.е. воздух должен поступать в тормозные цилиндры только после того, как замкнется тормозной контакт в контроллере управления.

В момент срабатывания тормозного контакта свободный ход тяги тормозного крана до начала перемещения диафрагмы должен быть в пределах 1—2 мм.

На каждом троллейбусе ЗИУ-5Д устанавливают один двухкамерный тормозной кран. Каждая камера управляет раздельно тормозными цилиндрами передних или задних колес троллейбуса. Устройство камеры тормозного крана в принципе аналогично конструкции тормозного крана троллейбуса ЗИУ-682Б.

Тормозной кран трамвайных вагонов ЛМ-68 служит для управления процессом торможения, для подачи звуковых сигналов, песка на рельсы и приведения в действие подвагонной сетки. Кран устанавливают в кабине водителя на пульте управления. Корпус его состоит из верхней 2 (рис. 103, а), средней 1 и нижней 8 частей. В теле средней и нижней частей корпуса имеются семь совпадающих каналов, к которым присоединены воздухопроводы от различных аппаратов. Все семь каналов выходят на верхнюю плоскость средней части, которая называется зеркалом. Она тщательно обработана, и по ней перемещается золотник 6, изготовленный из латуни и притертый к поверхности зеркала. Золотник разделен перегородкой на две камеры: одна (имеющая на зеркале ряд отверстий) соединена с напорной магистралью, а другая — с атмосферой.

Отверстия и выемки в золотнике (рис. 103, б) при его перемещении обеспечивают необходимые соединения пневматического оборудования с напорной магистралью и атмосферой.

Золотник прижимается к поверхности зеркала пружиной 5 и давлением сжатого воздуха в камере А, поступающего через отверстие в золотнике. Поворот золотника осуществляется стержнем 2, для чего его выступ входит в паз золотника. Сверху стержень 2 оканчивается квадратом 3, на который надевается ручка 120

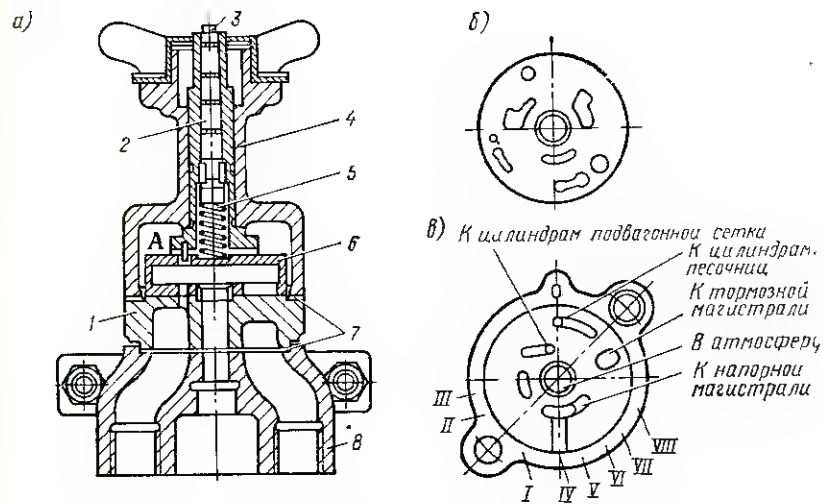


Рис. 103. Тормозной кран трамвайного вагона

тормозного крана. Прокладки 7 обеспечивают плотное соединение трех частей корпуса. Кран имеет восемь положений ручки (рис. 103, б): I — поездное; II и III — отпуск тормозов; IV — перекрышка; V и VI — служебное торможение; VII и VIII — экстренное торможение. В положении IV золотник перекрывает все отверстия в зеркале корпуса. Снять и надеть ручку крана можно только в этом положении.

§ 35. Пневматические приводы дверей, стеклоочистителей, звонка, предохранительной сетки и песочниц

В § 11 дано описание пневматического привода песочниц, а в § 13 — пневматического привода дверей. Кроме указанных механизмов, на трамвайных вагонах и троллейбусах пневмоприводы применяют для приведения в действие стеклоочистителей, звонка и предохранительной сетки.

Пневматические стеклоочистители установлены на лобовом стекле трамвайных вагонов МВТ-82, ЛМ-57, ЛМ-68 и РВЗ-6. На этих же типах вагонов применены пневматический звонок и пневмопривод к предохранительной сетке.

Стеклоочиститель (рис. 104) состоит из цилиндра 8, закрытого крышками 3 и 14. Внутри цилиндра размещен сдвоенный поршень, уплотненный манжетами 7 и 13. Средняя часть поршня — стержень 12 выполнен в виде зубчатой рейки, соединенной с зубчатым сектором 11, который насажен на ось 10 стеклоочистителя. Стержень 12 со стороны крышки 3 поршня имеет отверстие 9, в которое ввернут ниппель 6. В крышке 3 размещены впускной

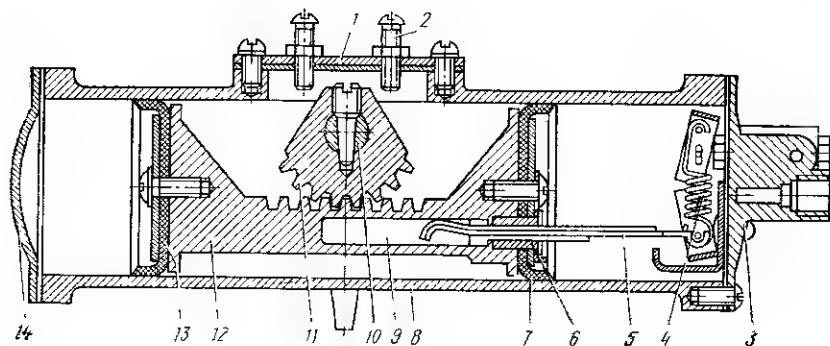


Рис. 104. Пневматический стеклоочиститель

и выпускной клапаны, один из которых удерживается в открытом, а другой в закрытом положении рычажно-пружинным механизмом 4. Связь поршня с рычажно-пружинным механизмом осуществляется тягой 5. При перемещении поршня влево загнутый конец тяги 5 упирается в ниппель 6, клапаны переключаются и сжатый воздух начинает поступать в левую полость цилиндра. При крайнем правом положении поршень перемещает тягу 5, переключает клапаны, и сжатый воздух поступает в правую полость цилиндра. Возвратно-поступательное движение поршня передается посредством рейки и зубчатого сектора 11 держателю щетки стеклоочистителя, закрепленному на конце оси 10. На втором конце этой оси имеется ручка для ручного перемещения щетки стеклоочистителя. При ручном перемещении ход зубчатого сектора 11 ограничивается упорными болтами 2, ввернутыми в специальную заглушку 1. Для подачи воздуха из клапанной коробки к противоположной полости цилиндра вдоль его уложена тонкая воздухопроводящая трубка.

Пневматический звонок служит для подачи водителем звукового сигнала и состоит из звонковой чашки, вибрационного пнев-

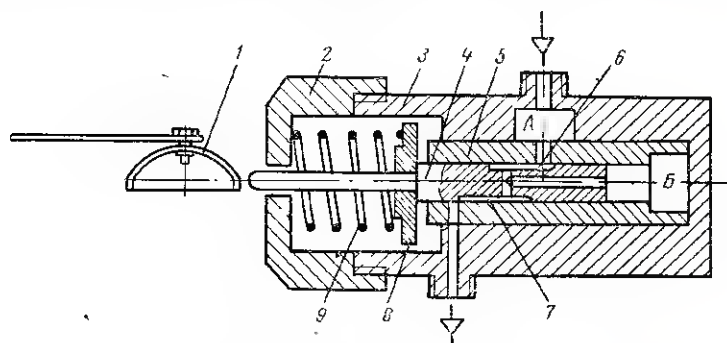


Рис. 105. Вибрационный пневматический привод звонка

матического привода бойка и управляющего им клапана вибраторах с педалью.

В корпус вибратора 3 (рис. 105) вибрационного пневматического привода запрессована бронзовая втулка 5, в которой перемещается боек 4, имеющий выемки и сверления для прохода сжатого воздуха. Между шайбой 8 и резьбовой крышкой 2 размещена пружина 9 с некоторым предварительным сжатием. Водитель нажатием на педаль открывает клапан вибратора, и сжатый воздух из резервуара поступает в полость А пневматического привода звонка. В начальный период боек 4 усилием пружины 9 сдвинут в крайнее правое положение. Сжатый воздух по выемке 6 и сверлениям в бойке поступает в полость Б и перемещает боек в крайнее левое положение. При этом боек ударяет о звонковую чашку 1 и выемкой 7 соединяет полость Б с атмосферой, а выемкой 6 разъединяет ее с полостью А, т. е. с источником сжатого воздуха. Усилением пружины 9 боек возвращается в исходное положение. Процесс продолжается до того момента, когда водитель прекратит нажимать на педаль, клапан вибратора закроется и сжатый воздух не будет поступать к вибрационному приводу.

Пневматический привод лобовых предохранительных сеток (рис. 106) применен на вагонах КТМ-1, КТМ-2, РВЗ-6, МТВ-82 и вагонах ЛМ. Он устанавливается под полом передней площадки кузова вагона и состоит из двух комплектов пневматических цилиндров и рычагов. В пневматическом цилиндре 1 размещен поршень 4, жестко соединенный со штоком 7. Усилением пружины 2 поршень 4 поднят до отказа вверх и через шток 7 и шарнирно, посредством промежуточного звена 8, связанный с ним рычаг 6 и предохранительная сетка 9 поддерживаются в поднятом положении. Второй конец рычага 6 шарнирно соединен с кронштейном 5, который, как и цилиндр 1, жестко закреплен на раме вагона.

При возникновении препятствия на трамвайном пути водитель ставит рукоятку крана в положение, при котором сжатый воздух через штуцер 3 поступает в сеточные цилиндры, преодолевает усилие пружин 2 и опускает сетку 9 на рельсы.

При постановке крана в нулевое положение верхняя полость цилиндра сообщается с атмосферой и усилием пружины поршень 4, а следовательно, и сетка 9 возвращаются в исходное (верхнее) положение.

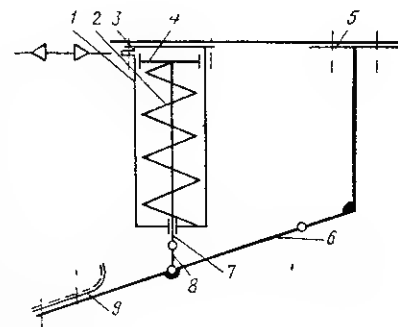


Рис. 106. Пневматический привод лобовой предохранительной сетки

§ 36. Системы пневматических тормозов. Пневматические схемы трамвайных вагонов и троллейбусов

Сжатый воздух применяется на трамвайных вагонах РВЗ, ЛМ и на троллейбусах для приведения в действие тормозных средств и для обслуживания различных механизмов и вспомогательного оборудования. Как на трамвайных вагонах, так и на троллейбусах применен прямодействующий тормоз: при торможении сжатый воздух поступает из магистрали через кран водителя непосредственно в тормозные цилиндры и, перемещая поршень и рычажную передачу, осуществляет торможение. При отпуске тормозов воздух из тормозных цилиндров через кран водителя выходит в атмосферу.

Компрессор 38 (рис. 107) засасывает воздух по всасывающему рукаву 5 через фильтр 6 и подает его по нагнетательному трубопроводу в главный резервуар 12 через обратный клапан 7, маслоотделитель 36 со спускным краном 37 и предохранительный клапан 10. От главного резервуара по магистральному трубопроводу, на котором установлен манометр 22, сжатый воздух поступает к крану водителя 24 и в рабочий (запасной) резервуар 13 со спускным краном 14. Между краном водителя и электропневматическим вентиля 27 на соединяющем их трубопроводе установлен переключательный клапан 19, посредством которого осуществляется раздельное торможение от крана 24 и вентиля 27 торможения. Из главного резервуара по трубопроводу через фильтр 11 воздух поступает к пневматическому приводу реверсора. Рабочий резервуар также соединен с двухстрелочным манометром 22. Одна стрелка манометра 22 показывает давление в главном резервуаре, другая — в рабочем.

Пневматическое торможение вагона происходит следующим образом: сжатый воздух через кран водителя в положении «Торможение» попадает в трубопровод и в переключательный клапан 19, перекрывает доступ через него к электропневматическому вентилю 27, подходит к автоматическому выключателю торможения 21 и одновременно по трубопроводу поступает через шланги 1 в тормозные цилиндры 2, 8. При дотормаживании, когда пневматический тормоз накладывается на реостатный, воздух в тормозные цилиндры поступает не через кран водителя, а через электропневматический вентиль 27 торможения. При постановке рукоятки крана водителя в положение «Отпуск» сжатый воздух из тормозных цилиндров через шумоглушитель 18 выпускается в атмосферу и вагон растормаживается.

От главного резервуара 12 по магистральному трубопроводу сжатый воздух подходит к кранам 34, 39 экстренного открывания дверей (аварийным кранам), установленным в пассажирском салоне у передних и задних дверей, и к дверным цилиндрам 35, 40. Управление открыванием и закрыванием дверей осуществляется из кабины водителя посредством электромагнитных вентиля 3, 30.

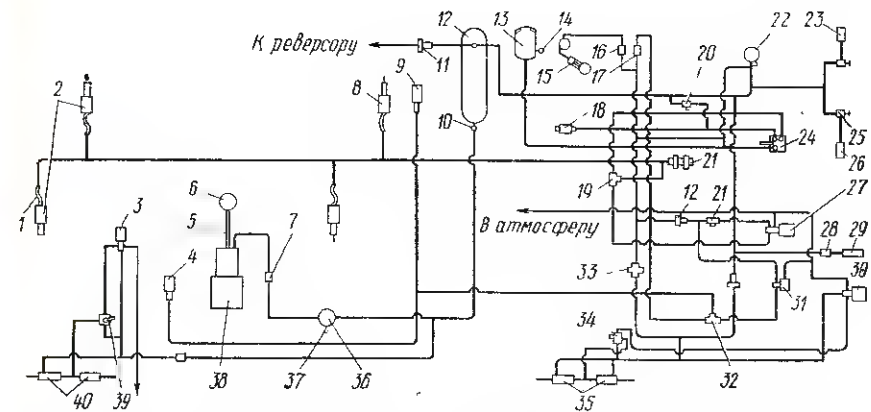


Рис. 107. Принципиальная схема пневматического оборудования трамвайного вагона РВЗ-6М

Сжатый воздух поступает в цилиндры 23, 26 стеклоочистителей через вентили 25, посредством которых регулируют его подачу.

Из рабочего резервуара 13 сжатый воздух по трубопроводу поступает в клапан 17 привода песочницы, параллельно в клапан 16 ножного звонка и через него в пневматический вибратор 15. При нажатии педали клапана песочницы сжатый воздух поступает в цилиндры 4, 9 приводов песочниц и приводит песочницы в действие.

При применении рельсового тормоза подается напряжение на катушку вентилей 31 песочницы, и сжатый воздух поступает через вентиль 31 и переключательный клапан 32 в цилиндры 4 и 9 приводов песочниц, автоматически приводя песочницы в действие.

Разобщительный кран 20 служит для выпуска воздуха в ат-

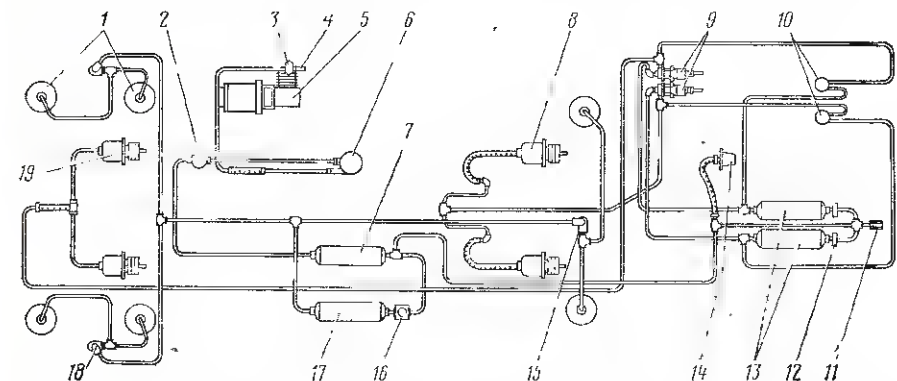


Рис. 108. Принципиальная схема пневматического оборудования троллейбуса ЗИУ-682Б

мосферу из всех приборов, аппаратов и резервуаров. Разобщи-
тельный кран 28 служит для отключения регулятора давления
29. На магистрали, соединяющей главный и рабочий резервуары,
установлен редукционный клапан 33, поддерживающий давление
в магистрали на заданном уровне.

На троллейбусе ЗИУ-682Б сжатый воздух используется для
обеспечения работы тормозов и пневматической подвески кузова.
Сжатый воздух подается компрессором 5 (рис. 108) через обрат-
ный клапан 3, предохранительный клапан 4, по напорному трубо-
проводу, через влагомаслоотделитель 6, противозамораживатель
2 в главный (магистральный) резервуар 7. За главным резервуа-
ром поток воздуха раздваивается: по одному магистральному
трубопроводу воздух поступает через редуктор давления 16
в воздушный резервуар 17 пневмоподвески, по другому трубопро-
воду, на котором установлен регулятор давления 14, — в тормоз-
ные воздушные резервуары 13 (через обратные клапаны 12). На
этом же магистральном трубопроводе установлен буксирный кла-
пан 11. При торможении воздух из резервуаров 13 поступает че-
рез тормозные краны 9 к тормозным цилиндрам переднего 8 и
заднего 19 мостов.

От главного резервуара и тормозных магистралей переднего
и заднего мостов воздух по специальным трубкам подводится к
двум двухстрелочным манометрам 10, показывающим давления в
главном резервуаре и тормозной магистрали, а значит, и в тор-
мозных цилиндрах переднего и заднего мостов троллейбуса. При
отпуске тормозов воздух из тормозных цилиндров выходит в ат-
мосферу через тормозные краны.

Из воздушного резервуара 17 пневмоподвески сжатый воздух
поступает в резинокордные элементы 1 пневмоподвески, которых
установлено: четыре в подвеске заднего моста и два в подвеске
переднего моста. На трубопроводах, идущих к элементам пневмо-
подвески, установлены регуляторы уровня пола: два регулятора
18 в подвеске заднего моста и один регулятор 15 — в подвеске
переднего моста.

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ

§ 37. Пневмоподвеска трамвайных вагонов и троллейбусов

На троллейбусах ЗИУ-682Б впервые в отечественном трол-
лейбустроении применена пневморессорная подвеска кузова,
в которой наряду с пневматическими упругими элементами сохра-
нены листовые рессоры как в передней, так и в задней подвеске.
При пневморессорной подвеске заднего моста вертикальная
нагрузка от рамы троллейбуса 1 (рис. 109) передается на балку
моста 3 через четыре пневматических упругих элемента 2, 5 (по
два с правой и левой стороны троллейбуса) и подрамник 8. Для
гашения колебаний кузова в систему задней подвески включены
четыре телескопических гасителя 6, 10 (МАЗ-500). Одновремен-
но с пневматическими элементами нагрузка от рамы троллейбу-
са на балку моста передается через правую и левую листовые рес-
соры 7. Рама троллейбуса опирается на рессоры впереди через
шарнирный кронштейн 4 и сзади через упругую подушку 9. В
средней части рессоры и подрамник болтами соединены с балкой
моста. Помимо основных функций, листовые рессоры выполняют
роль поводковых направляющих устройств. Будучи жестко со-
единены с балкой заднего моста, они передают на раму кузова
тяговые и тормозные усилия, а также воспринимают крутящие
реактивные усилия, возникающие в тяговой передаче ведущего
моста. Для поддержания уровня пола на одной высоте от дорож-
ного покрытия вне зависимости от нагрузки в заднюю подвеску
включены два регулятора положения кузова 5 (рис. 110).

В пневморессорной подвеске переднего моста две листовые
рессоры 9 (рис. 111) воспринимают продольные и боковые уси-
лия и выполняют роль направляющего устройства моста. Концы
рессор упруго, через резиновые подушки 6, закреплены крышка-
ми 7 в кронштейнах 5, которые болтами прикреплены к раме ку-
зова троллейбуса. В средней части рессоры болтами соединены
с балкой моста 8, поэтому листовые рессоры воспринимают так-
же часть вертикальной нагрузки.

Два упругих пневматических элемента 2 размещены между
рамой кузова и балкой переднего моста 8, через них на мост
передается вертикальная нагрузка. Постоянство уровня пола ку-
зова троллейбуса от дорожного покрытия поддерживается регу-
лятором 1 положения кузова. Два телескопических гасителя 4
гасят колебания кузова, возникающие в пневмоподвеске при дви-

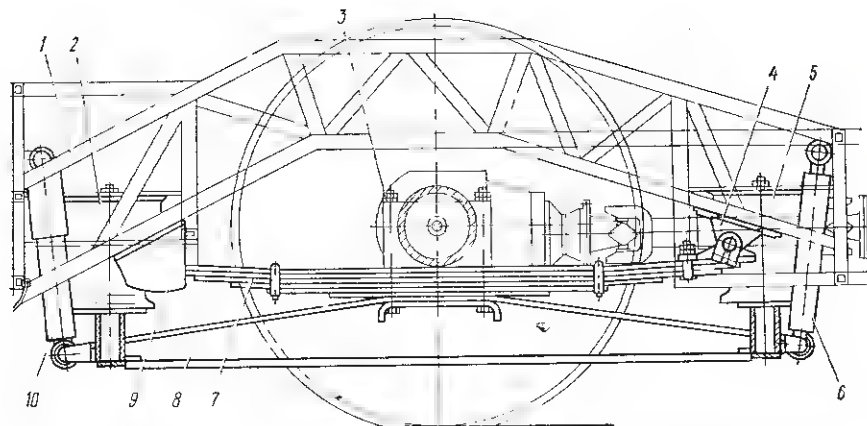


Рис. 109. Схема пневморессорной подвески заднего моста троллейбуса ЗИУ-682Б

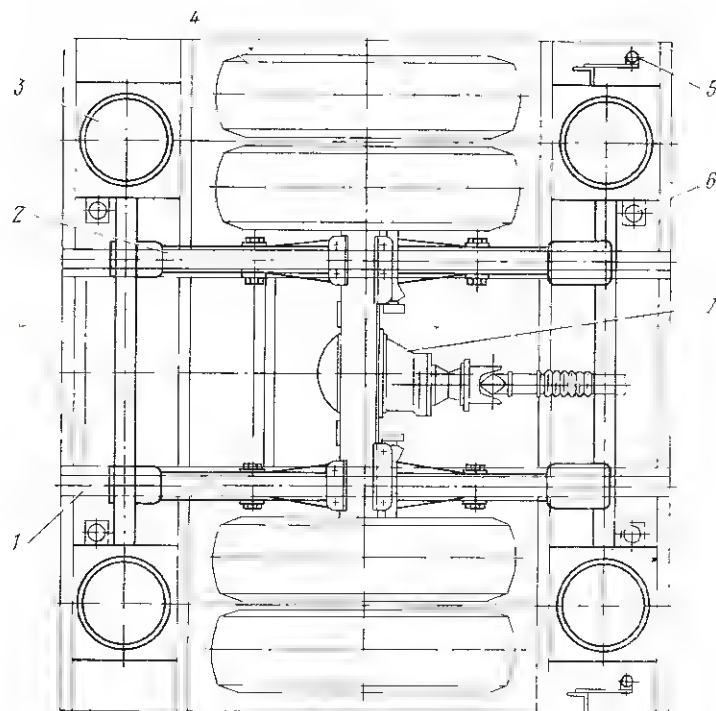


Рис. 110. Схема пневморессорной подвески заднего моста троллейбуса ЗИУ-682Б (вид сверху):

1 — рама кузова; 2 — листовая рессора; 3 — пневматический упругий элемент; 4 — колесо; 5 — регулятор положения кузова ЯАЗ-699А; 6 — телескопический гаситель; 7 — центральный редуктор

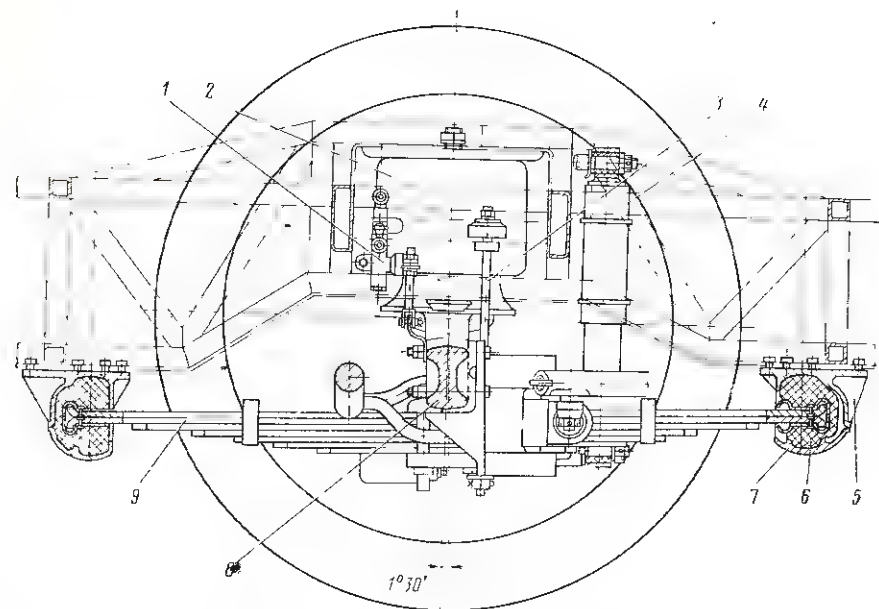


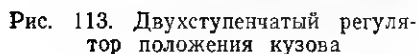
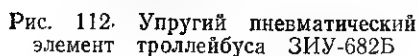
Рис. 111. Схема пневморессорной подвески переднего моста троллейбуса ЗИУ-682Б

жении троллейбуса. Для предупреждения аварийных ситуаций предусмотрен ограничитель хода 3 — амплитуды колебаний.

Рижским вагоностроительным заводом разработана конструкция пневматической подвески трамвайных вагонов РВЗ-7. Центральная пневматическая подвеска установлена в центре продольных балок тележки и состоит из упругих пневматических элементов диафрагменного типа, шкворневой штампованной балки и системы регулирования уровня пола. Упругие пневматические элементы с эффективным диаметром оболочки 505 мм соединены с внутренней полостью продольных балок через калиброванное отверстие и питаются сжатым воздухом через гибкий шланг от общей пневматической системы вагона. Внутренние полости продольных балок тележки используют как дополнительные резервуары пневмоподвески. Система регулирования уровня пола обеспечивает автоматическое поддержание кузова на заданной высоте от уровня головок рельсов путем увеличения или уменьшения давления воздуха в пневморессорах.

§ 38. Пневматические аппараты пневмоподвески

Упругий пневматический элемент служит для передачи вертикальной нагрузки от основания кузова на балку моста. Он также воспринимает и смягчает ударные нагрузки, возникающие



При увеличении нагрузки кузова высота упругих пневматических элементов уменьшается и кузов начинает опускаться, одновременно перемещая при-

В случае, когда деформация сжатия упругих пневматических элементов большая, плунжер 7, продолжая подниматься, откроет впускной клапан 4 второй ступени и тогда поступление сжатого воздуха в упругие элементы усилится. При уменьшении нагрузки от кузова на подвеску под действием сжатого воздуха высота упругих пневматических элементов увеличивается и кузов троллейбуса начинает перемещаться вверх. При этом приводной рычаг поворачивает валик 10 в обратную сторону, плунжер 7 перемещается вниз и открывает выпускной жиклер 6, тем самым соединяет камеру В каналом 9 с камерой А, и сжатый воздух из упругих пневматических элементов выходит в атмосферу.

IX

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАМВАЙНЫМИ ВАГОНАМИ,
ТРОЛЛЕЙБУСАМИ И ТРЕБОВАНИЯ,
ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ

§ 39. Системы непосредственного и косвенного управления

Для управления трамвайными вагонами используют непосредственную или косвенную систему управления. В первом случае водитель вручную управляет высоковольтным аппаратом (контроллером), с помощью которого осуществляет включение или выключение тока в цепи тяговых двигателей. Непосредственная система отличается простотой, но имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, ток силовой цепи достаточно велик — это сотни ампер. Поэтому контакты контроллера должны иметь достаточные для прохождения такого тока размеры, дугогасительное устройство, а значит, весь аппарат должен иметь большие габариты и массу. Поэтому управление контроллером требует значительных усилий водителя. Во-вторых, так как для работы трамвайных вагонов используется напряжение 550—600 В, необходимо делать надежную изоляцию, чтобы водитель не попал под напряжение. В-третьих, плавность разгона или торможения вагона зависит от квалификации водителя, т. е. при его ошибках могут появиться толчки, неприятно ощущаемые пассажирами и вредно отражающиеся на оборудовании вагона.

В связи с изложенным непосредственная система управления применена только на вагонах старых типов (КТМ-1, КТМ-2, МТВ-82, ЛМ-49 и др.).

При косвенной системе управления водитель включает силовую цепь посредством электрических аппаратов, включаемых в цепь управления напряжением 24 или 50 В контроллером, работающим при небольших токах низкого напряжения. Такая система значительно сложнее, но легка в управлении, более безопасна и позволяет использовать автоматические устройства. Последнее весьма существенно, так как автоматические устройства значительно облегчают работу водителя и позволяют избежать ошибок при управлении вагоном, связанных с недостаточным опытом вождения, а также толчков при пуске и торможении вагона. Поскольку при этом достигается наиболее плавный пуск вагона, то его можно произвести с более высоким ускорением. То же касается и замедления вагона при торможении. А ведь большие ускорения и замедления повышают маневренность транспорта и скорость его передвижения. Поэтому современные вагоны оборудованы косвенной системой управления с автоматическим пуском,

что позволяет создавать определенные комфортабельные условия перевозки пассажиров при высоких скоростях сообщения.

На троллейбусе, в принципе, также может быть использована непосредственная либо косвенная система управления. Но поскольку водитель троллейбуса при работе должен пользоваться рулевым колесом, то практически для троллейбуса непосредственную систему управления давно не применяют из-за стремления возможно больше облегчить управление троллейбусом, тем более, что управление движением троллейбуса осуществляется посредством ножных педалей. Поэтому на троллейбусе используют косвенную систему управления. Как и на трамвайных вагонах, на последних типах троллейбусов используются автоматические пуск и торможение, хотя еще сравнительно недавно на таких троллейбусах, как МТВ-82, применяли косвенную неавтоматическую систему управления. В этом случае плавность пуска троллейбуса также зависела от квалификации водителя.

Троллейбусы, как правило, имеют лишь один тяговый двигатель, что облегчает применение косвенной системы управления ими.

Системы косвенного управления по виду привода контакторов подразделяют на индивидуальные, групповые или смешанные с неавтоматическим или автоматическим включением. При групповой системе переключения производятся групповым контроллером, приводимым в действие обычно автоматическим специальным электродвигателем (серводвигателем). На электропоездах вместо электродвигателей для привода в действие групповых контроллеров использовался сжатый воздух. Для трамвая и троллейбуса пневматический привод групповых контроллеров из-за громоздкости не получил распространения. Лишь на некоторых типах вагонов (например РВЗ-6) сжатый воздух используется для реверсивных переключателей (служащих для изменения направления движения вагона).

В последнее время разработаны и начали внедряться другие косвенные системы управления. Из них наиболее перспективной является электронная тиристорно-импульсная система управления. В ней используются полупроводниковые приборы — тиристоры. Импульсной она является потому, что ток (или приложенное напряжение) подается кратковременными толчками-импульсами. Частота таких импульсов достаточно высока, например, на вагоне РВЗ-7 они подаются с частотой 400 импульсов в секунду.

Тиристорно-импульсная система управления позволяет избежать потерь электроэнергии при пуске и торможении в пусковых тормозных реостатах и экономить ее благодаря использованию рекуперативного торможения при любых скоростях движения вагона. Этого при других системах управления практически достигнуть нельзя. Опытные работы по применению тиристорно-импульсной системы управления показали ее значительные преимущества. Но промышленность пока не производит такой аппаратуры для пассажирского городского транспорта, а предназна-

ченная для других целей и используемая для опытов аппаратура тяжела и громоздка. Это в известной мере сдерживает ее широкое внедрение.

Естественно, что применение принципиально новой электронной тиристорно-импульсной системы управления вызывает необходимость иметь на городском транспорте высококвалифицированный обслуживающий персонал.

§ 40. Классификация электрических цепей и требования, предъявляемые к электрооборудованию

Классификация электрических цепей. Электрические цепи трамвайных вагонов и троллейбусов подразделяют на силовые, цепи управления и вспомогательные (высоковольтные и низковольтные).

Для приведения в движение трамвайного вагона или троллейбуса используют электрические двигатели, называемые *тяговыми*. Тяговые двигатели получают электрическую энергию от контактной сети. Ток от контактного провода проходит к тяговым двигателям по силовым электрическим цепям. В такие цепи входят аппараты: токоприемник, автоматический выключатель, контакторы, контроллер (в зависимости от используемой системы с ручным приводом или с приводом от специального электродвигателя), релюэсты и др.

К вспомогательным электрическим цепям относятся цепи освещения, обогрева кабины водителя или салона, двигателей компрессора, вентилятора, калорифера, дверного механизма и т. д.

Цепь управления обеспечивает включение аппаратов силовой цепи, тормозного оборудования и ряда вспомогательных цепей.

На современном подвижном составе городского электрического транспорта используют напряжение, получаемое от контактной сети (обычно 550 В), и напряжение 24 или 50 В, получаемое от аккумуляторной батареи (или специального генератора). Это обеспечивает безопасность работы водителя и позволяет в качестве источника тока использовать аккумуляторную батарею. Поскольку в процессе эксплуатации аккумуляторная батарея разряжается, ее приходится подзаряжать. Для этого используют различные способы. На вагонах РВЗ-6 применяют подзаряд батареи от контактной сети, на трамвайных вагонах КТМ-5МЗ, ЛМ-68, Т-3, на троллейбусах для подзаряда используют специальные генераторы, на трамвайном вагоне РВЗ-7 — полупроводниковый статический преобразователь.

Принято условно считать цепи с напряжением 550 В и аппараты, включаемые в эти цепи, — высоковольтными, а цепи и аппараты на напряжение 24 или 50 В — низковольтными.

Требования, предъявляемые к электрооборудованию. К электрооборудованию подвижного состава по сравнению с электрооборудованием, работающим в стационарных условиях, предъявляют повышенные требования, связанные со спецификой условий рабо-

ты. При движении подвижного состава возникает тряска. Она может явиться причиной ослабления крепежных деталей, надлома и обрыва проводов, вызвать отключение аппаратов. Последнее особенно относится к командным аппаратам автоматических устройств, поскольку усилия, прилагаемые к их подвижным частям для срабатывания, обычно по абсолютной величине невелики. Поэтому все болты, винты и гайки электрических соединений и крепления деталей должны быть зашплинтованы, иметь пружинные шайбы или какую-либо иную конструкцию, предотвращающую их отвертывание.

Провода, шины и кабели не должны передвигаться при тряске и монтаж их должен быть таким, чтобы они не несли механической нагрузки.

Для расположений электрооборудования на трамвайных вагонах и троллейбусах отведено ограниченное пространство. Это объясняется необходимостью размещения большого количества сложных агрегатов в основном под кузовом и частично внутри него. Размеры же кузова ограничены условиями эксплуатации — определенными габаритами, определенным числом мест для пассажиров. Поэтому тяговое электрооборудование изготавливают с наименьшими габаритными размерами.

Аппараты, предназначенные для замыкания и размыкания электрических цепей, являются источником ионизации окружающего воздуха. Ионизированный воздух становится проводником. Это влечет за собой опасность перекрытий (перебросов электрической дуги между токонесущими частями или с токонесущей части на корпус. Детали электрооборудования работают в условиях повышенной влажности и загрязнения их поверхностей. Отсюда вытекают требования высокого качества изоляционных материалов, используемых в тяговом электрооборудовании. Поскольку кузов троллейбуса не может быть заземлен, то для обеспечения безопасности пассажиров и обслуживающего персонала высоковольтное оборудование троллейбуса должно иметь надежную изоляцию от кузова, состоящую обычно из трех ступеней.

Электрическое оборудование нагревается во время работы. По окончании же работы оно, особенно в холодное время, охлаждается с выделением на нем влаги или инея. В ряде случаев электрооборудование находится под непосредственным воздействием атмосферных осадков. Поэтому нельзя допускать применения гигроскопичных сортов изоляции и металлических деталей, поверхность которых легко поддается окислению, если они ничем не защищены. Поэтому все детали тяговых аппаратов из черного металла оцинковывают, кадмируют, эмалируют, т. е. покрывают каким-либо защитным слоем. Трущиеся поверхности, которые не имеют такого покрытия, обязательно смазывают — это, помимо уменьшения трения, предохраняет их от окисления.

Для предупреждения недопустимого нагрева различных частей электрооборудования необходимо обеспечить достаточную вентиляцию. Все оборудование должно работать в интервалах от +40

до -40°C , а для некоторых районов страны еще в большем диапазоне.

Во время движения более сильно подвержена загрязнению песком, пылью и мокрой грязью аппаратура, расположенная под кузовом. Скопление грязи увеличивает износ трущихся частей, ухудшает изоляцию, что может привести к отказу аппарата (например, к «заеданию» якорей) и поверхностному перекрытию изоляционных деталей, являющемуся причиной коротких замыканий. Поэтому для сохранения аппаратуры в чистом виде необходимо ее продувать сжатым воздухом, протирать ветошью, очищать места скопления грязи. Расположение оборудования должно обеспечивать свободный доступ для проведения таких работ. Сами же аппараты на своих деталях должны иметь как можно меньше углублений и горизонтально расположенных поверхностей, на которых могла бы удержаться грязь. Все оборудование должно быть тщательно закрыто кожухами с надежным уплотнением.

При работе тяговых аппаратов непрерывно меняется режим их работы. Это объясняется большими колебаниями тока, напряжения, большим числом включений и выключений (для городского электротранспорта вследствие частых пусков, торможений и остановок оно доходит до 240 включений в час). При такой нагрузке сильно изнашиваются подвижные части аппаратов, а поскольку при этом аппаратура подвергается и тряске, то еще и расшатываются все резьбовые соединения и неподвижных, но механически нагруженных частей. Поэтому необходимо предусматривать для тяговых аппаратов подвижного состава большой запас прочности по сравнению со стационарными.

Условия эксплуатации тяговых аппаратов предъявляют требования надежности и простоты их конструкции, так как любые перебои на линии вызывают нарушение графика движения (а на трамвае и задержку всего движения). Конструкция их должна допускать быструю смену вышедших из строя деталей, ремонт или быструю замену аппарата целиком. Следует при этом иметь в виду, что такую замену часто приходится производить на значительном расстоянии от депо.

§ 41. Тяговые двигатели

Общие сведения. В Советском Союзе разработана единая унифицированная серия тяговых двигателей. В эту серию вошли двигатели трамвайных вагонов, троллейбусов и электропоездов метрополитена. Все они имеют общий принцип компоновки и много унифицированных узлов и деталей. При изготовлении унифицированных двигателей можно использовать одно и то же или одинаковое оборудование. Это приводит к его более рациональному использованию. Изготовление одинаковых узлов и деталей обходится значительно дешевле. При изготовлении последних типов двигателей широко используют новые электроизоляционные материалы и новую технологию производства. Например, применяют кремниорганическую изоляцию обмоток, изоляцию «Монолит-2», неразборную конструкцию коллектора и др.

Помимо отечественных тяговых двигателей, в СССР эксплуатируют и зарубежные, получаемые из ГДР и ЧССР. Естественно, что на подвижном составе зарубежного производства все оборудование, в том числе и тяговые двигатели, имеют некоторые особенности в конструкции.

На городском транспорте применяют тяговые двигатели: с последовательным возбуждением (рис. 114, а), со смешанным возбуждением с преобладанием м. д. с. обмотки независимого возбуждения и со смешанным возбуждением с преобладанием м. д. с. обмотки последовательного возбуждения (рис. 114, б).

К преимуществам тяговых двигателей последовательного возбуждения относятся более равномерное распределение нагрузок между различными двигателями одного экипажа (на трамвайных вагонах их два или четыре) при разбросе характеристик или при разнице диаметров бандажей колесных пар; меньшие толчки при изменении подводимого напряжения (практически подводимое к тяговому двигателю напряжение непрерывно изменяется); простота конструкции и более надежная работа (исчисляется только одна обмотка на главных полюсах и выполнена она проводом большей площади сечения при малом числе витков, что улучшает условия ее охлаждения). К недостаткам же этих двигателей следует отнести сложность осуществления рекуперативного торможения (практически на вагонах с двигателями, имеющими последовательное возбуждение, рекуперативное торможение не

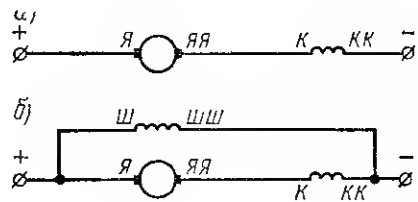


Рис. 114. Схемы электродвигателей последовательного (а) и смешанного (б) возбуждения

гового двигателя в тормозной режим и более эффективное электрическое торможение даже при малых скоростях движения.

Практически, если не используется рекуперативное торможение, для получения остальных преимуществ достаточно применять тяговые двигатели смешанного возбуждения с преобладанием м. д. с. обмотки последовательного возбуждения, что и используется на отечественном городском электротранспорте.

Устройство тяговых двигателей. Тяговые двигатели (рис. 115 и 116) имеют неподвижную часть — остов 1 и вращающуюся — якорь 8. Остов служит для крепления всех частей двигателя, одновременно являясь магнитопроводом. Торцовые части остова закрыты подшипниковыми щитами 4, 10 (буксами) с шариковыми или роликовыми подшипниками 3, 11. Щиты крепят болтами или шпильками с гайками. Остовы имеют цилиндрическую (на новых

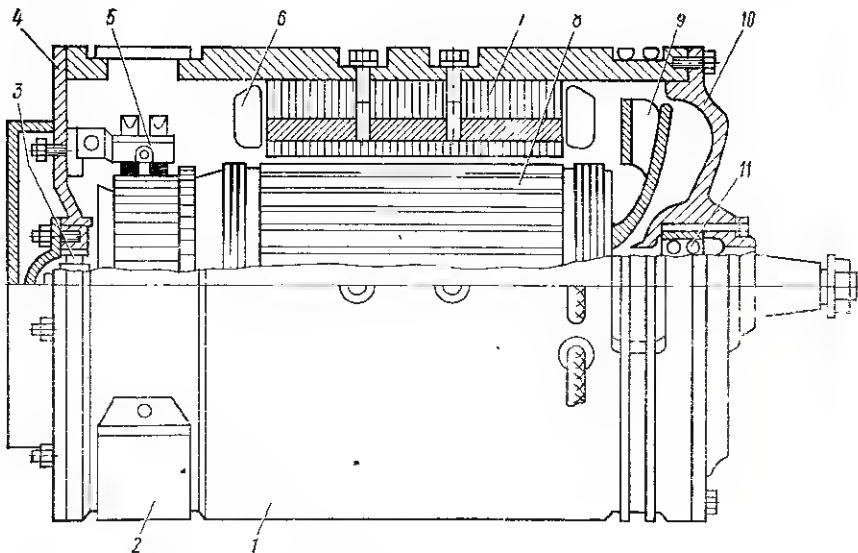


Рис. 115. Продольный разрез тягового двигателя ДК-210А3

типах двигателей) или восьмигранную (на двигателях старых типов для трамвайных вагонов) форму. Внутри остова шпильками или болтами крепят полюсы — четыре главных 7 и четыре добавочных. Главные полюсы служат для создания основного магнитного потока, с которым взаимодействуют проводники с током якоря, а добавочные — для создания дополнительного магнитного потока, действие которого снижает искрение щеток при работе двигателя. Главный полюс состоит из катушки и сердечника, набранного из листового стали. Послед-

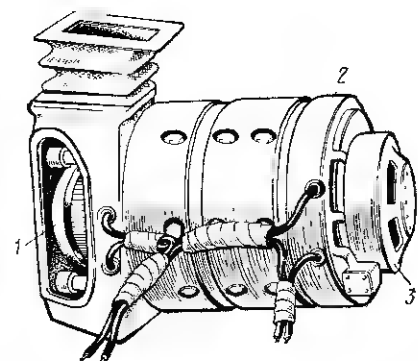


Рис. 116. Тяговый двигатель ТЕ-022: 1 — якорь; 2 — остов; 3 — тормозной барабан

нее резко уменьшает вредное воздействие вихревых токов. Перед сборкой сердечника листы прокрашивают изоляционным лаком, затем сжимают их прессом и скрепляют заклепками. После этого на сердечник устанавливают катушку 6 из полосового изолированного медного проводника. Снаружи катушка изолирована лентой из изоляционного материала. На двигателях ранней конструкции использовались хлопчатобумажные ленты и лакоткани, пропитанные изоляционным лаком, на последних — стеклоткани с запеканием по специальной технологии в кремнеорганической смоле. Катушки двигателей последних выпусков несъемные, составляют единое целое с полюсом, что исключает их взаимное перемещение, а следовательно, и пробой изоляции, т. е. увеличивает надежность работы.

Добавочные полюсы имеют меньшие, чем главные, поперечные размеры. Следовательно, вихревые токи, образуемые в их массе, значительно меньше. Поэтому их сердечники изготовляют сплошными. В остальной конструкции добавочных полюсов аналогична конструкции главных.

Вращающаяся часть — якорь (рис. 117) — состоит из сердечника 7, обмотки 9, коллектора 1 и вала 10. Сердечник якоря набирают из листов электротехнической стали, изолированных лаком друг от друга для уменьшения вихревых токов. Сердечник насаживают на вал или втулку вала; в средней его части имеются сквозные продольные отверстия 5 для охлаждения якоря при его работе, а снаружи — пазы для укладки обмотки. Обмотку изготовляют из изолированной ленточной меди или из проводников прямоугольного сечения в виде секций и после укладки в пазы крепят клиньями 6. На некоторых типах двигателей обмотку крепят проволоочными бандажами. Выступающие из пазов части обмотки изолируют тканью, прокрашивают электроэмалью и крепят бандажом 8.

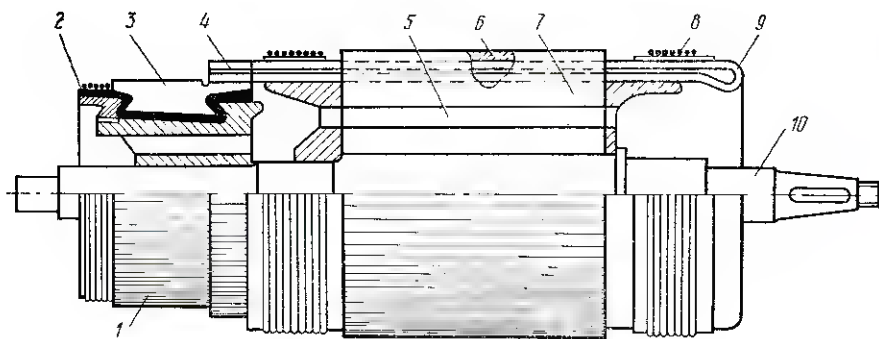


Рис. 117 Якорь тягового двигателя ТЕ 022

Коллектор имеет втулку, коллекторные медные пластины 3, нажимной конус. Пластины 3 изолированы друг от друга миканитовыми пластинами, от втулки и от нажимного конуса изоляционными шайбами 2. Рабочую часть, которая имеет контакт с угольными щетками, протачивают на станке и шлифуют мелкой стеклянной шкуркой. Чтобы при работе угольные щетки не касались миканитовых пластин, коллектор подвергают продорожке. При этом миканитовые пластины между коллекторными пластинами становятся ниже примерно на 1 мм. Со стороны сердечника медные пластины имеют выступы 4 («петушки») с прорезью для впаивания проводников обмотки якоря. Коллекторные пластины имеют клинообразное сечение, а для удобства крепления — форму «ласточкина хвоста». Сердечник якоря и коллектор посредством своих втулок крепятся на валу. Для смазки подшипников используют густую смазку 1/13.

Для подвода тока к коллектору якоря используют угольные щетки. Щетки устанавливают в щеткодержателях 5 (см. рис. 115). Щеткодержатель имеет литой или штампованный корпус, пружины и нажимные пальцы для передачи усилия от пружин на щетки, гибкие медные проводники и регулировочное устройство, позволяющее изменять натяжение пружины. Щеткодержатели крепят посредством кронштейнов с изоляторами к подшипниковому щиту.

Для осмотра коллектора и щеткодержателей остова двигателя имеет люки с крышками 2, обеспечивающими достаточную герметичность от проникновения воды и грязи. Для крепления тягового двигателя к балке тележки трамвайного вагона (рис. 118, а) или на раме кузова троллейбуса к остову приваривают четыре кронштейна.

Несколько иную конструкцию подвески тягового двигателя используют на трамвайных вагонах Т-2, Т-4СУ, К-2, Т-3 производства ЧССР. Тяговый двигатель стальным поясом крепят к балке (рис. 118, б) валиками и болтами с гайками. Сама же балка тягового двигателя опирается на продольные балки тележки вагона через резиновые гасители, находящиеся на обоих концах балки.

Тяговые двигатели последовательного возбуждения имеют четыре вывода, которые подключают к зажимам коробки, — два от щеткодержателей и добавочных полюсов (якорные) и два от главных полюсов. Соединения же всех главных или добавочных полюсов между собой и добавочных со щеткодержателями выполняют внутри остова. Необходимость иметь четыре, а не два выводных провода обусловлена требованием реверсирования (изменения направления вращения якоря) тягового двигателя. Тяговые двигатели смешанного возбуждения имеют шесть выводных проводов.

Двигатели выполняют самовентилирующимися или с независимой вентиляцией. В первом случае для охлаждения двигателя при работе используют вентилятор 9 (см. рис. 115), насаженный на вал якоря, а во втором — отдельный вентилятор. Система охлаждения тягового двигателя вентилятором, расположенным на его валу, проще, но не всегда обеспечивает необходимое охлаждение. Это объясняется тем, что при большой нагрузке (при трогании с места, в начале разгона, при въезде на подъем) скорость трамвайного вагона или троллейбуса мала, а следовательно, медленно вращается и вентилятор. Это и заставляет в ряде случаев применять более сложную (независимую) систему вентиляции. Для этого, например, на вагоне производства ЧССР установлено два вентилятора на валу двигателя-генератора. Они засасывают воздух из атмосферы через жалюзи в левой стенке вагона и направляют его через желоба тяговых двигателей и аппаратуры. При использовании независимой вентиляции можно обеспечить подачу необходимого для охлаждения тяговых двигателей воздуха независимо от режима их работы.

Электромеханические характеристики тяговых двигателей. Так называют зависимость каждого из параметров: частоты вращения n , вращающего момента M или коэффициента полезного действия η от тока тягового двигателя I_d . Иногда вместо частоты вращения якоря удобнее брать скорость движения вагона v , а вместо вращающего момента — силу тяги F . Обычно электромеханические характеристики представляют в виде графиков. По горизонталь-

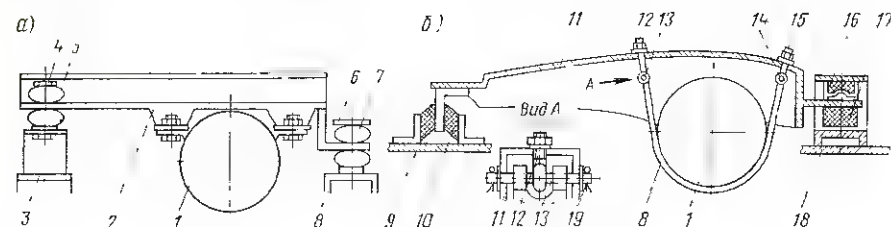


Рис. 118. Независимые подвески тяговых двигателей вагонов ЛМ-68 (а) и Т-3 (б):

1 — двигатель; 2 — балка подвески двигателя; 3, 8 — продольные балки тележки; 4 — болт; 5, 7, 10, 17 — гасители; 6 — упор; 8 — пояс (хомут); 9, 18 — продольные балки тележки; 11 — балка подвески двигателя; 12, 15 — болт с пружинной гайкой, шайба; 13, 14 — валик; 16 — резиновый упор; 19 — шайба и шпилька.

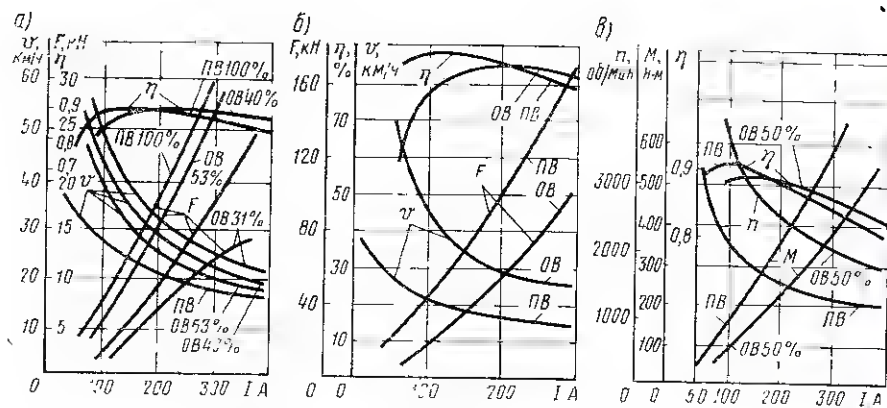


Рис. 119. Электромеханические характеристики тяговых двигателей при полном возбуждении (ПВ) и ослабленном (ОВ):
а — ДК-210АЗ (троллейбуса ЗИУ-682Б); б — ДК-259Г (вагоны КТМ-5МЗ, ЛМ-68); в — ТЕ-022 (вагоны Т-3, К-2)

ной оси в масштабе откладывают значение тока $I_{\text{я}}$, а по вертикальной — остальные величины (рис. 119).

Работа тяговых электродвигателей в различных режимах. Как известно, принцип работы всякого электродвигателя, в том числе и тягового, основан на использовании явления действия вращающей силы на проводник с током, находящийся в магнитном поле.

Электродвижущая сила (э. д. с.) электродвигателя зависит от частоты вращения его якоря и от магнитного потока. Чем больше частота вращения якоря и магнитный поток, тем больше каждый из проводников якоря пересекает магнитных линий в единицу времени. Естественно, что при пуске вагона или троллейбуса якорь двигателя неподвижен и его проводники не пересекают магнитных линий, а значит, в якоре не наводится э. д. с. Поэтому в момент включения электродвигателя ток в якоре определяется только сопротивлением цепи обмоток. Поскольку сопротивление обмоток мало (сотые доли ома), то для ограничения в цепь якоря включают реостаты. Сопротивление их подбирают так, чтобы ток якоря не был больше допустимого значения. Как только якорь электродвигателя начинает вращение, на его зажимах возникает э. д. с. Тогда ток двигателя определяется разностью между приложенным напряжением и э. д. с. и сопротивлением цепи якоря. Поэтому если не изменять подключенное сопротивление, то ток, потребляемый двигателем, будет по мере увеличения частоты вращения уменьшаться. Так как при пуске и разгоне троллейбуса (или трамвайного вагона) ток следует поддерживать наибольшим допустимым для двигателя, то сопротивление подключенных реостатов следует по мере разгона уменьшать. Если ток во время пуска и разгона будет меньше максимально допустимого, то время пуска будет большим, а если ток окажется больше допустимого, то возможно воз-

никновение боксования колес. Чтобы сила тяги была наиболее постоянной во все время пуска, пусковые реостаты должны иметь большое число ступеней, т. е. секций реостата, отключаемых по мере разгона. Если ступеней мало, то, помимо увеличения времени пуска, при отключении каждой из ступеней реостата значительно изменяется ток, что приводит к изменению силы тяги, и трамвайный вагон или троллейбус получает толчок, который вызывает неприятные ощущения у пассажиров.

Наиболее экономичен режим пуска, при котором экипаж быстро набирает полную скорость, поскольку при этом меньше расход электроэнергии на нагрев пусковых реостатов, которые меньше времени находятся под током.

Приведем пример расчета тока на первой ступени пусковых реостатов применительно к тяговому двигателю ДК-210АЗ, установленному на троллейбусе ЗИУ-682Б. Сопротивление обмотки якоря этого двигателя $r_{\text{я}} = 0,062$ Ом, сопротивление обмотки последовательного возбуждения $r_{\text{к}} = 0,048$. Для упрощения расчетов ток независимой обмотки, составляющий около 10 А, принимать во внимание не будем. Тогда общее сопротивление двигателя при неподвижном якоре $r_{\text{д}} = r_{\text{я}} + r_{\text{к}} = 0,062 + 0,048 = 0,11$ Ом. Так как напряжение контактной сети $U = 550$ В, то при непосредственном подключении тягового двигателя на напряжение сети ток $I = U/r_{\text{д}} = 550/0,11 = 5000$ А, что больше допустимого. Сопротивление пусковых реостатов, подключаемых на первой ступени, т. е. при первой позиции реостатного контроллера $r_{\text{р}} = 3,382$ Ом. Тогда полное сопротивление цепи $r_{\text{п}} = r_{\text{д}} + r_{\text{р}} = 0,11 + 3,382 = 3,492$ Ом. В данном случае пусковой ток $I_{\text{п}} = U/r_{\text{п}} = 550/3,492 = 157,5$ А.

При разгоне двигателя появится и с увеличением частоты вращения якоря будет возрастать э. д. с. E . Тогда ток можно определить по формуле $I = (U - E)/r_{\text{п}}$, откуда видно, что с увеличением частоты вращения якоря (т. е. с увеличением скорости движения), если не уменьшать сопротивление подключенных реостатов, ток уменьшается.

Регулирование частоты вращения якоря тягового двигателя. Это регулирование производится двумя методами: изменением подводящего напряжения к якору тягового двигателя и изменением возбуждения. Первым из них обычно пользуются на трамвайных вагонах с непосредственной системой управления. Для этого тяговые двигатели (или группы тяговых двигателей) переключают для работы последовательно при необходимости движения с небольшой скоростью или параллельно для движения с установленной скоростью. Так как при последовательном соединении напряжение распределяется на оба двигателя, то каждый из них работает под половинным напряжением. При параллельном же соединении все двигатели получают номинальное напряжение (рис. 120, а—г).

Как видно из рис. 120, для регулирования скорости с использованием переключения двигателей (или групп двигателей) необходимо иметь не менее двух двигателей на вагоне или троллейбусе. Поскольку троллейбус имеет только один двигатель, то для регулирования скорости его движения подобный способ исключается. Для получения низкой скорости для троллейбуса (до

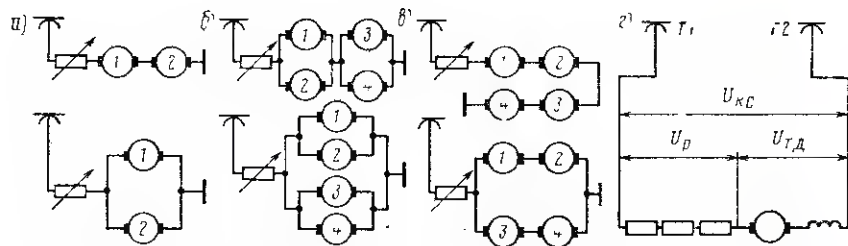


Рис. 120. Схемы соединений тяговых двигателей двухосного трамвайного вагона (а), четырехосных трамвайных вагонов (б и в) и троллейбуса (с)

5 км/ч) используют подключение реостатов. В этом случае напряжение распределяется (см. рис. 120, с) между тяговым двигателем и реостатами, вследствие чего двигатель оказывается подключенным на пониженное напряжение. Такое подключение реостатов для уменьшения скорости движения применяют только для маневровой позиции, поскольку реостаты долго под током работать не могут (перегреваются) и неэкономно расходуется электрическая энергия.

На троллейбусах и последнее время на трамваях для экономного регулирования скорости используют второй метод, при котором регулируют возбуждение тяговых двигателей. Чем больше возбуждение главных полюсов, тем меньше частота вращения якорей, и наоборот, чем меньше возбуждение, тем больше частота вращения якорей. Объясняется это следующим образом. Если при вращении якоря тягового двигателя уменьшить возбуждение его главных полюсов, то нарушится соответствие приложенного напряжения и э. д. с. (считаем, что напряжение на токоприемнике неизменно). В этом случае уменьшится э. д. с., так как проводниками якоря будет пересекаться меньше магнитных линий. Как известно, уменьшение э. д. с. при той же частоте вращения якоря вызовет увеличение тока. Увеличение же тока в обмотке якоря увеличит вращающий момент тягового двигателя и силу тяги трамвайного вагона (или троллейбуса).

Увеличение силы тяги вызовет увеличение скорости вагона. Так как при этом растёт и частота вращения якоря тягового двигателя, то возрастает и э. д. с. на его зажимах до тех пор, пока не придет в соответствие с приложенным напряжением.

Уменьшить возбуждение тяговых двигателей можно различными способами. Например, можно отключить часть витков обмотки возбуждения. Но для этого необходим дополнительный вывод от тягового двигателя, что практически представляет неудобства. Обычно используют два способа. При первом способе подключают параллельно обмотке возбуждения тягового двигателя индуктивный шунт. При этом часть тока ответвляется и проходит через катушку индуктивного шунта, не проходя обмотки возбуждения. Это означает, что ток, проходящий через обмотку возбуждения,

уменьшится. Уменьшение тока обмотки возбуждения вызовет уменьшение магнитного потока. Этот способ используется на трамвайных вагонах Т-3. Индуктивный шунт, а не реостат, используют ввиду того, что обмотка возбуждения тягового двигателя обладает большой индуктивностью, поскольку через ее витки протекает большой ток, а сердечник имеет большую массу. В цепях же с большой индуктивностью при случайном изменении или отключении тока и его последующем включении (например, при отрыве токоприемника от контактного провода) возникает значительная э. д. с. Поэтому в цепи, имеющей индуктивность, ток растёт медленнее, чем в цепях, не имеющих индуктивности. И если параллельно подключить обмотку возбуждения и реостат, не имеющий индуктивности, то при включении ток практически будет протекать только через реостат. Поскольку в этом случае в проводниках обмотки возбуждения тока не будет, то не будет и возбуждения полюсов. Тогда не возникает э. д. с. обмотки якоря, а так как сопротивление обмотки якоря мало, ток в ней возрастет до недопустимо большого значения и может вызвать срабатывание токовой защиты. Если же каждая ветвь параллельной цепи содержит индуктивность, то ток в обеих ветвях параллельной цепи возрастает одновременно, не вызывая недопустимого увеличения тока в обмотках якорей тяговых двигателей.

Второй способ — для двигателей с независимым возбуждением — подключение реостата последовательно с обмоткой независимого возбуждения, что приводит к уменьшению тока в ней, а значит, и к уменьшению возбуждения тягового двигателя. Такой способ используют на трамвайных вагонах РВЗ-6. На вагонах КТМ-5МЗ, ЛМ-68 и троллейбусах применяют одновременно два способа — последовательно с независимой обмоткой включают реостаты, а к последовательной обмотке подключают параллельно индуктивные шунты.

Обычно тяговые двигатели используют не только для разгона и езды под током, но и для торможения вагона или троллейбуса. При этом используется свойство обратимости электрических машин, которые могут работать и в генераторном режиме и в режиме двигателя (рис. 121).

Если тяговый двигатель получает энергию от движущегося вагона (или троллейбуса), вызывая его торможение, то он работает в генераторном режиме. Для перехода двигателя в генератор-

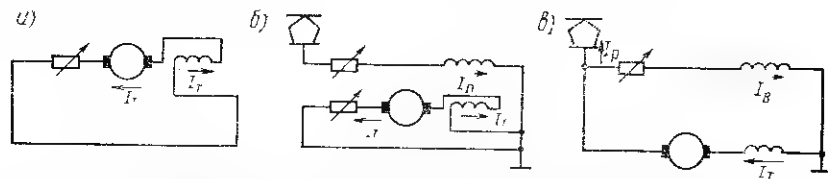


Рис. 121. Схемы электрического торможения:

а — двигателя последовательного возбуждения; б — двигателя с обмоткой подмагничивания; в — рекуперативного

ный режим требуется соблюдение определенных условий. Так, для двигателя последовательного возбуждения необходимо отключить питание от контактной сети, оставить направление тока в обмотке возбуждения неизменным, изменить направление тока якоря на противоположное и, наконец, подобрать для данной скорости движения необходимое сопротивление подключенных реостатов. Обычно для выполнения этих условий требуется переключить контроллер водителя в тормозной режим, при этом реверсивная рукоятка должна быть установлена в направлении по ходу движения вагона, а вагон должен иметь достаточную для возникновения тормозного тока скорость. Сопротивление подключенных при этом реостатов подбирают установкой рукоятки контроллера (при непосредственной системе управления) на требуемую позицию. Перевод рукоятки начинают с первой позиции, пройдя ряд позиций, делают выдержку на той позиции, на которой будет эффективное торможение. При уменьшении эффективности торможения на данной позиции рукоятку переводят на следующую позицию. На вагонах же с косвенной автоматической системой управления и на троллейбусах подключение требуемого числа реостатов при торможении осуществляется автоматически.

При электрическом торможении тормозное усилие прямо пропорционально току двигателя. Это значит, что для эффективного торможения ток должен поддерживаться наибольшим из допустимых и неизменным в течение всего времени торможения. Если ток будет больше этого значения, то возможно возникновение юза, а если ток окажется меньше этого значения, то торможение будет недостаточно эффективным. Поэтому желательно выводить реостаты постепенно, как можно плавнее. Для этого следует иметь по возможности больше ступеней реостатов.

Различают реостатное (рис. 121, а, б) и рекуперативное (рис. 121, в) торможение. При реостатном торможении энергия гасится в реостатах, а при рекуперативном — возвращается в контактную сеть. Для получения рекуперативного торможения тяговый двигатель не отключают от сети, а возбуждение двигателя увеличивают до тех пор, пока оно не обеспечит увеличение э. д. с. до значения, превышающего напряжение на токоприемнике. Тогда тяговый двигатель становится источником энергии (переходит в генераторный режим) и начинается рекуперативное торможение. Если при этом имеются потребители тока контактной сети (обычно другие трамвайные вагоны или троллейбусы), то ток, выработанный при рекуперативном торможении в обмотках якорей тяговых двигателей, поступает к ним. Если же потребители тока отсутствуют (например, в позднее время, когда на линии мало трамвайных вагонов или троллейбусов), то в обмотках якорей тяговых двигателей, работающих в режиме рекуперации, и в контактной сети напряжение может значительно возрасти. Иногда напряжение поднимается настолько, что перегорают лампы, пробивается изоляция высоковольтного оборудования. Поэтому, если напряжение при рекуперативном торможении становится выше допустимого,

специальные устройства переключают цепь с рекуперативного торможения на реостатное. Поскольку рекуперативное торможение действует при сравнительно высокой скорости, им пользуются или для ее снижения, или для поддержания на определенном уровне при езде под уклон. Исключение составляет подвижной состав, имеющий тиристорно-импульсную систему пуска и торможения, при которой рекуперативное торможение практически возможно с любой скоростью движения.

§ 42. Вспомогательные электрические машины

Двигатели компрессора. На трамвайных вагонах и троллейбусах применяют вспомогательные электродвигатели, питающиеся от контактной сети и от аккумуляторов или низковольтных генераторов.

Для привода компрессора используют электродвигатели, работающие от контактной сети напряжением 550 В. На хвостовик вала такого электродвигателя насаживают муфту или шестерню для передачи вращения валу компрессора. На трамвайных вагонах наибольшее распространение получили электродвигатели компрессора КБМ, а на троллейбусах ДК-408. Электродвигатель компрессора КБМ постоянного тока последовательного возбуждения имеет четыре главных полюса и два щеткодержателя, добавочных полюсов у него нет. Выступающий конец вала якоря соединяют с валом компрессора посредством эластичной муфты.

Для привода компрессора троллейбусов и некоторых трамвайных вагонов (например, ЛМ-68) применяют электродвигатель ДК-408В последовательного возбуждения, мощностью 3,6 кВт. Он также имеет четыре главных полюса, два щеткодержателя с одной щеткой в каждом размерами 10×25×35 мм. Вал якоря крепят посредством шарикового подшипника со стороны коллектора и роликового — со стороны зубчатой передачи. Для передачи вращения к валу компрессора служит двухступенчатая зубчатая передача (редуктор).

Двигатель-генератор. На современных трамвайных вагонах и троллейбусах для питания цепи управления и зарядки аккумуляторных батарей применяют генераторы. Эти генераторы вращаются от электродвигателей ДК-656Б, ДК-659А, ДК-661А-1, а на трамвайных вагонах Т-3 они выполнены в виде одной машины SMD-16 (двигатель-генератор).

Электродвигатель ДК-656Б последовательного возбуждения получает питание от контактной сети напряжением 550 В через демферный резистор. Двигатель имеет стальной литой остов цилиндрической формы с четырьмя главными и четырьмя добавочными полюсами, четыре щеткодержателя с одной щеткой.

Электродвигатель последовательного возбуждения ДК-659А имеет остов 1 (рис. 122) цилиндрической формы с четырьмя главными и четырьмя добавочными полюсами 8 с катушками 7, че-

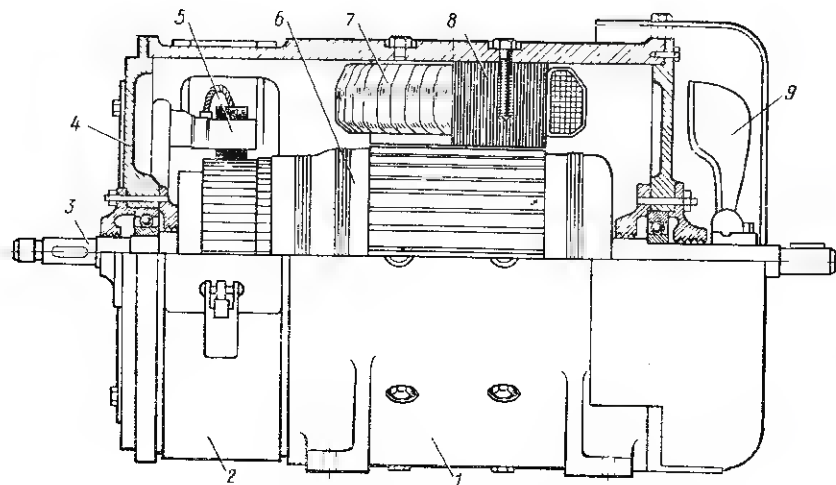


Рис. 122. Вспомогательный электродвигатель ДК-650А

тырьмя щеткодержателями 5. Каждый щеткодержатель имеет по одной щетке размерами $10 \times 16 \times 25$ мм.

Для осмотра щеткодержателей предусмотрена крышка коллекторного люка 2. Вал 3 якоря 6 вращается в шариковых подшипниках, находящихся в щитах 4. Для охлаждения обмоток имеется вентилятор 9. Аналогичную конструкцию, но несколько большую мощность имеет и электродвигатель ДК-661А-1.

Все перечисленные электродвигатели монтируют на отдельной раме, которую крепят к раме кузова, и соединяют с генераторами посредством упругой муфты. Эти же электродвигатели обычно используют и для приведения во вращение вентиляторов для обдува электрооборудования (пусковых реостатов). В отличие от других типов вагонов трамвайный вагон РВЗ-6 не имеет генератора. Поэтому для охлаждения пусковых реостатов на нем используют электродвигатель ДК-660А, имеющий меньшую мощность (0,8 кВт), но по конструкции аналогичный описанным электродвигателям.

На вагонах производства ЧССР для зарядки аккумуляторных батарей, питания низковольтных электрических цепей и охлаждения пуско-тормозных реостатов и тяговых двигателей служит двигатель-генератор, состоящий из двух электрических машин, смонтированных в общем остова. Одной из электрических машин является электродвигатель последовательного возбуждения с номинальным напряжением 600 В, другой — генератор постоянного тока, параллельного возбуждения с номинальным напряжением 32 В. Остов двигателя-генератора — цилиндрической формы, литой, в средней части имеет вентиляционную решетку, в верхней части — приливы-лапы для крепления остова к раме кузова вагона. Электродвигатель имеет четыре главных и четыре добавочных полюса, генератор — только четыре главных полюса. На валу

смонтировано два якоря (двигателя и генератора). Для вращения вала в подшипниковых щитах установлено два шариковых подшипника. На выступающих концах вала установлены фланцы, к которым крепят два вентилятора. От этих вентиляторов по закрепленным на подшипниковых щитах воздуховодам воздух подается в отсек ускорителя и по воздушным каналам — к тяговым двигате-

Таблица 5

Тип электрической машины	Тип подшипного состава	Напряжение, В	Мощность, кВт	Ток А	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
<i>Троллейбусы</i>						
ДК-207Г1	ЗИУ-5	550	100	220	1460	700
ДК-210А3	ЗИУ-682Б	550	110	220	1500	725
ДК-659А	ЗИУ-5	550	2	4		
ДК-408В	ЗИУ-682Б	550	3,5	6,7	1100	195
Г-108А	ЗИУ-5, ЗИУ-682Б	24	0,2	—	1200	9,1
МЭ-5Л	ЗИУ-5	12	0,012	1		
МЭ-221Б	ЗИУ-682Б	24	0,15	2,2	1500	2,2
МЭ-233	ЗИУ-682Б	24	0,025	1	3000	1,25
МЭ-205	ЗИУ-682Б	24	0,004	2	2100	0,5
ДВ-3	ЗИУ-5	28	0,005			
Г-263, Г-263А	ЗИУ-682Б	28,25	—	150	2100	22
Г-732А*	ЗИУ-5, ЗИУ-682Б	28	1,2	43	3000	—

Троллейбусы и трамвайные вагоны

ПЛ 072Д	ЗИУ-5, ЗИУ-682Б, КТМ-5МЗ, ЛМ-68	24	0,15	10	1300	7,5
---------	---------------------------------	----	------	----	------	-----

Трамвайные вагоны

ДК 255Б	МТВ 82Б	275	46	190	1510	455
ДК-259Г	КТМ-5МЗ, ЛМ-68	275	45	176	1200	450
ДК-259Д	РВЗ-6	275	43	176	1120	460
ТЕ-022	ТЗ	300	44	167	1760	320
ДК-660	РВЗ-6	550	0,8	2	1950	—
ДК-661	КТМ-5МЗ	550	2,8	4,5	1600	130
КБМ	РВЗ-6, МТВ 82	550	2,8	6,4	775	212
ПЛ-072Е	РВЗ-6	50	0,1	5	1000	7,5
EZ-7 4	ТЗ	12 24**	0,026	6	300	12,5
Г-731	КТМ 5МЗ	26	1,5	60	1380	44
SMD-16	ТЗ	600	5	50	1750	—
SMD-16	ТЗ	24	1,6	70	1750	—
DS-7	ТЗ	24	0,185	8	1750	17
PAL	ТЗ	14	0,01	1	3300	0,7
PAL	Г-3	24	0,04	2	2000	2,7
***	КТМ-5МЗ	24	0,015			
КМВА	ТЗ	24	0,09	6,8	3000	6,2

* На ЗИУ 68Б используется как двигатель гидравлического насоса.

** В числителе — напряжение обмотки якоря, в знаменателе — обмотка возбуждения.

*** На КТМ 5МЗ — двигатель стеклоочистителя.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

лям для их охлаждения. Обмотки якорей двигателя и генератора уложены в пазах сердечников, закреплены клиньями, а лобовые части обмоток — проволочными бандажами. Коллектор якоря двигателя имеет 145 коллекторных пластин, коллектор якоря генератора — 87. На специальных траверсах крепят щеткодержатели — четыре для двух угольных щеток каждый на генераторе и четыре для одной на двигателе.

Низковольтные электродвигатели. К этим электродвигателям относятся двигатели управления ПЛ-072Д, EZ-7/4 (серводвигатели), привода дверного механизма Г-108А, DS-7 вентилятора калорифера МЭ-233 и вентилятора в кабине МЭ-5Д и МЭ-205 штангоуловителей, стеклоочистителей МЭ-221, звонка РАЛ. Эти двигатели имеют небольшие габариты и мощность. Остов этих двигателей может иметь цилиндрическую или прямоугольную форму. Внутри остова расположены четыре или два полюса с катушками обмоток возбуждения. Торцовые части имеют подшипниковые щиты с подшипниками. В большинстве случаев применяют шариковые подшипники. В зависимости от назначения и конструктивных особенностей низковольтные электродвигатели могут иметь одну или две обмотки возбуждения. Если электродвигатель имеет две обмотки возбуждения, то при питании одной из них якорь вращается в одном направлении, а при питании другой — направление вращения меняется на противоположное.

Основные технические данные электрических машин, используемых на трамвайных вагонах и троллейбусах (за исключением троллейбусов производства ЧССР), приведены в табл. 5.

Генераторы. Генераторы Г-731, Г-732 и Г-74Б постоянного тока с параллельным возбуждением служат для зарядки аккумуляторных батарей. Номинальное напряжение их 26 В. Эти генераторы закрытого типа с самовентиляцией имеют стальной остов с четырьмя полюсами.

На троллейбусе ЗИУ-682Б используется генератор Г-263 (Г-263А). Он служит для питания цепей управления, освещения, сигнализации и защиты, привода дверей, заряда аккумуляторной батареи. Этот генератор является машиной переменного тока. Генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением по сравнению с генераторами постоянного тока проще по конструкции, имеют меньшие габариты и массу и более надежны в работе. Но поскольку для питания низковольтных цепей троллейбуса требуется постоянный ток, то необходимо трехфазный переменный ток, получаемый от этого генератора, преобразовать в постоянный. Для этой цели генератор Г-263 имеет встроенные кремниевые выпрямители. Обмотка возбуждения этого генератора в начале работы генератора, пока частота вращения его ротора мала, получает питание от аккумуляторов. После разгона ротора, когда напряжение, полученное от генератора повышается, обмотка возбуждения переключается на питание от самого генератора через встроенный выпрямитель. Для съема тока с контактных колец используются щетки М-1 размерами $6 \times 6,5 \times 15$ мм.

§ 43. Токосприемники

Токосприемник предназначен для съема тока высокого напряжения с контактного провода и передачи его к высоковольтным цепям подвижного состава. На городском транспорте используют различные токосприемники. Штанговые токосприемники применяют на троллейбусах, на трамвайных вагонах очень редко. На трамваях широкое распространение получили дуговые токосприемники. Двухрычажные (пантографные) токосприемники используют на современных трамвайных вагонах, развивающих скорость более 40 км/ч. Однорычажные (полупантографные) токосприемники являются облегченной модификацией пантографных.

Токосприемники РТ-6И троллейбусов имеют длину 6400 ± 50 мм. Особенностью всех троллейбусных токосприемников является применение системы шарниров, позволяющих троллейбусу отклоняться от оси подвешивания контактных проводов в любую сторону. При использовании токосприемника РТ-6И это отклонение допускается до 4,5 м, что соответствует углу поворота штанги токосприемника до 60° относительно оси троллейбуса. Рабочая высота подвески контактного провода от основания токосприемника составляет от 700 до 3000 мм, что дает возможность подвешивать контактный провод на высоте от дорожного покрытия в зависимости от конкретных условий расположения линии в пределах 3,6...5,9 м. Токосприемник обеспечивает нажатие на контактный провод в пределах рабочей высоты 120...140 Н. Его монтируют на крыше троллейбуса на постаменте.

Штанговый токосприемник имеет основание 2 (рис. 123) со штырем 1, являющееся осью вращения стального корпуса 3. Корпус вращается на двух роликовых подшипниках 4. Корпус крепят гайкой и закрывают крышкой. Поворот корпуса возможен до 110° в обе стороны от продольной оси троллейбуса; вилку держателя штанги 15 крепят валиком 17, смонтированным в приливе корпуса 16; вилка может вращаться в двух шариковых подшипниках 18. В вилку запрессовывают трубу 14, в другой конец ее — стальной держатель 9.

Через держатель и трубу проходит валик 12, к двум концам которого крепят прицепы двух пружин 13. Натяжение пружин осуществляется тягами 6 с левой и правой резьбой. Тягу ввертывают в винтовую пробку и корпус шарнира и контрят гайкой. Штанга

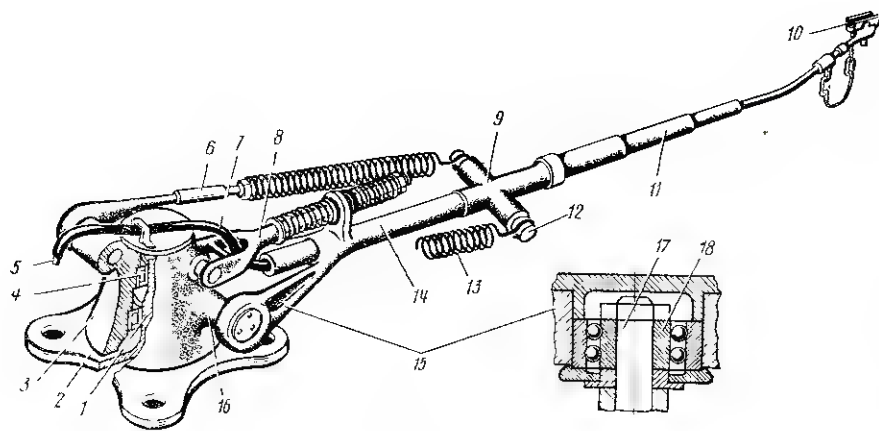


Рис. 123. Штанговый токоприемник

11 представляет собой ступенчатую трубу переменного сечения из хромокремнемарганцевой стали. На верхнем конце трубы нарезают резьбу для крепления изолятора контактной вставки 10.

Верхний конец штанги выгибается на 350 мм вверх для компенсации прогиба, получаемого при нажатии на контактный провод. Нижний конец трубы имеет бумажно-бакелитовый изолятор, защищаемый от попадания влаги резиновым уплотнением. Штангу в держателе закрепляют двумя болтами. Внутри штанги проложен провод 5 площадью сечения 35 мм², который в верхней части крепят посредством кабельного наконечника к втулке контактной головки, а нижний выводят через резиновый изолятор держателя и крепят скобой к крышке основания.

У выхода из держателя провод дополнительно изолируют резиновым шлангом 7. Ограничение высоты подъема и опускания токоприемника при сходе головки с контактного провода достигается ограничителем 8. Последний состоит из валика 1 (рис. 124), вилки 2, контргайки 3, регулировочной гайки 4 и буфера с пружиной 5. Вилка 2 пружинного буфера укреплена на корпусе основания токоприемника валиком 1. Цилиндрический конец вилки при изменении угла подъема токоприемника скользит в отверстии выступа 6, расположенного на держателе штанги 8. На вилку буфера навинчивают регулировочную гайку 4, которая упирается в цилиндрическую пружину 5.

Между выступом и пружиной имеется сферическая шайба 7. По другую сторону выступа расположены вторая сферическая шайба и пружина. При сходе контактной вставки 10 (см. рис. 123) токоприемника с контактного провода выступ упирается через сферическую шайбу в пружину 5 (см. рис. 124), благодаря чему высота подъема штанги ограничивается. Подобным образом пружина ограничивает опускание штанги вниз.

На токоприемнике РТ-6И применена контактная вставка ГТ-14А. На конце штанги монтируют изоляционную втулку 1 (рис. 125), на которой болтами закреплена стальная контактная втулка. Держатель 2 крепят болтами к контактной втулке. К ней же прикреплен наконечник от штангового провода. Такое крепление контактной вставки исключает повреждение штангового провода и штанги при задевании вставки за контактный провод. В отверстие держателя устанавливают ось (пятю) 12, имеющую в верхней части сферическую форму. На этой оси вращается поворотная часть контактной вставки. Она имеет сферический держатель 10, вкладыш 4, две латунные щеки 7 и сменную контактную вставку 5. Вкладыш крепят двумя винтами 8 к держателю, вместе с ним он может поворачиваться относительно горизонтальной оси. Для этого держатель имеет прорезь и сферическую поверхность, касающуюся сферической поверхности верхней части оси. Держатель также может поворачиваться вокруг оси, расположенной вертикально. Для облегчения поворота сферические поверхности оси и держателя смазывают и обеспечивают между ними зазор; для чего ставят прокладку 9 под винты.

Ток от штангового провода на головку проходит через зажим 3. Для лучшего прохождения тока между вкладышем и держателем устанавливают угольную щетку 11 диаметром 8 мм и длиной 13 мм, прижимаемую пружиной 13. Щетка имеет медный гибкий шунт. Чтобы не допускать падения головки на землю при соскакивании штанги (например при сходе с контактного провода и задевании за поперечный трос), головка снабжена ленточным держателем 15 с пружинными изоляторами 14, связывающим ее со штангой. Контактную вставку устанавливают на вкладыш и крепят латунными щеками, прикрепленными к вкладышу болтами 6.

Отвертывая болты, водитель имеет возможность снять сработавшую вставку и заменить ее новой, вновь закрепив. Самы щеки служат также направляющими ребрами при движении токоприемника по контактному проводу.

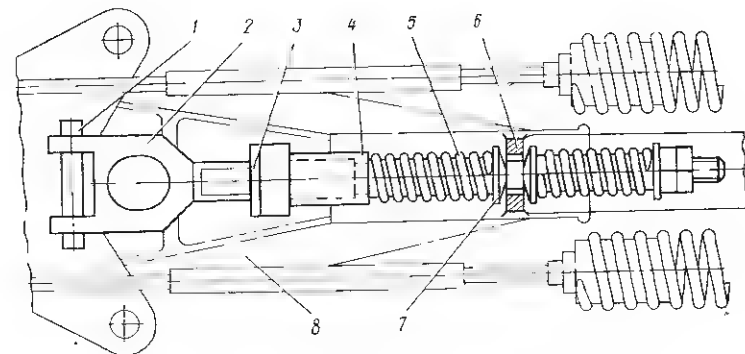


Рис. 124. Ограничитель подъема и опускания штанги

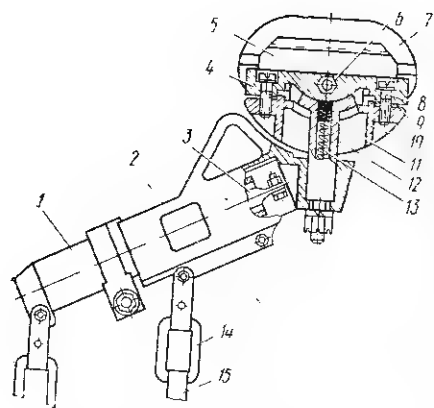


Рис. 125. Контактная головка штангового токоприемника

Контактная вставка может быть угольной, алюминиевой или металлокерамической. От материала вставки зависит срок ее службы, износ контактного провода и уровень радиопомех, создаваемых движущимся контактом токоприемника. Наименьшие радиопомехи и наименьший износ контактного провода получаются при использовании угольной вставки. Но сама угольная вставка — самая недолговечная.

Особенно часто (несколько раз в смену) ее приходится менять при сырой погоде. Наименьший уровень помех, создаваемый угольной вставкой, объясняется тем, что уголь мягче металла и полирует поверхность контактного провода, в то время как любая металлическая вставка образует при работе мелкие заусенцы, сильно увеличивающие радиопомехи. Особенно нежелательно применение угольных и алюминиевых вставок одновременно на разных троллейбусах, так как при этом заусенцы, полученные проводом от алюминиевой вставки, усиливают износ угольных вставок. На практике часто используют угольные вставки в сухую погоду, а с наступлением дождя заменяют их алюминиевыми. При этом необходимо строго следить, чтобы при прекращении дождя вновь были установлены угольные вставки.

По низкому уровню помех и износу контактного провода к угольным приближаются металлокерамические вставки. По своей долговечности металлокерамические вставки значительно превосходят угольные. Однако их изготовление требует строгого соблюдения сложной и трудоемкой технологии. Малейшие нарушения в технологии изготовления или в составе компонентов делают эти вставки непригодными.

Троллейбусы 9Тр производства ЧССР снабжены штанговыми токоприемниками 5РВ, несколько отличающимися по конструкции от описанных. Оба токоприемника этого троллейбуса через изоляторы крепят к общей раме. Раму устанавливают на крыше на резинометаллических изоляторах, служащих второй ступенью изоляции и одновременно гасителями. Корпус устанавливают на опору посредством двух роликовых подшипников и закрывают сверху крышкой. На корпусе приварены две цапфы, к нижней из которых крепят штангодержатель. Штангу в нем закрепляют двумя болтами. На конце штанги крепят изоляционную трубку и на ней — опрокидывающуюся вставку. Сферический держатель контактной вставки может свободно вращаться на шаровой цапфе, укрепленной на опрокидывающемся рычаге.

Ток через контактную вставку и головку проходит в высоковольтные цепи троллейбуса по проводу, расположенному внутри штанги и выведенному через отверстие в нижней части штангодержателя. На верхней цапфе крепят держатель гасителя и концы двух натяжных пружин. Другими концами натяжные пружины через винтовые пробки и регулировочные тяги соединены с валиком штангодержателя. Это обеспечивает нормальное нажатие токоприемника на контактный провод, которое должно быть 85 Н. Для ограничения подъема штанги при соскакивании головки с контактного провода на штангодержателе имеется упор, а на корпусе — резиновый гаситель.

Дуговые токоприемники применяют для трамвайных вагонов, развивающих скорость не более 45 км/ч. Они имеют основание и раму, изготовленную из стальных труб. В верхней части рамы имеются наконечники, к которым болтами и гайками крепят алюминиевую вставку. В канавки вставки закладывают густую графитную смазку. Для прочности средняя часть рамы имеет крестовину. Нижнюю часть рамы крепят болтами к держателям основания. Кронштейны основания через изоляторы крепят к крыше вагона. В подшипниках основания устанавливают вал, на который надеты стальная пружина, работающая на скручивание, и держатели. Усилие от пружины передается держателям через регулировочные болты. Нажатие контактной вставки на провод должно быть 45–70 Н. При работе рама дугового токоприемника должна быть переведена так, чтобы ее наклон (около 60°) был в сторону, противоположную движению.

Двухрычажный токоприемник устанавливают на большинстве современных вагонов. Он обеспечивает надежный токостем при движении вагона с максимальными скоростями (до 60 или даже до 80 км/ч). Он состоит из основания 1 (рис. 126), которое крепят на крыше вагона через изоляторы 5, двух частей нижней рамы 2, подшипники которой установлены на основании, верхней рамы 10, шарнирно связанной с нижней рамой. Верхняя часть верхней рамы шарнирно соединена с головкой токоприемника 8. Головка имеет алюминиевую контактную вставку 7. Валы нижней рамы имеют приливы (рычаги), за которые две регулировочные подъемные пружины 3 поворачивают нижние рамы для подъема токоприемника. Между валами для одновременного подъема двух частей нижней рамы расположена соединительная тяга 4, концы которой крепят в своих приливах. Чтобы ток проходил через шарнирные соединения, не вызывая их нагрева или подгаров, имеются гибкие медные шунты 6. Для вертикального положения головки во время движения вагона имеются пружины 9. От токоприемника к цепям вагона ток проходит по проводу 11 с наконечником. Опускание токоприемника производится за веревку вручную из кабины через систему блоков или специальной лебедкой (съёмником) с пружинным механизмом. Съёмник вагонов «Татра» имеет два желобчатых колеса. Диаметр большого колеса 1 (рис. 127) в 2 раза больше диаметра малого колеса 5. На малое колесо нама-

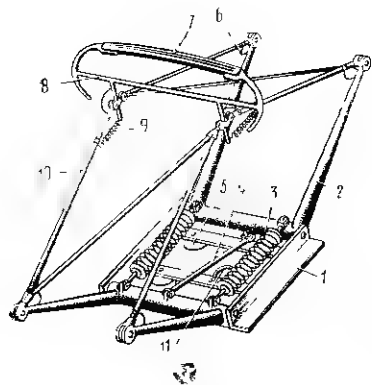


Рис. 126. Двухрычажный токоприемник

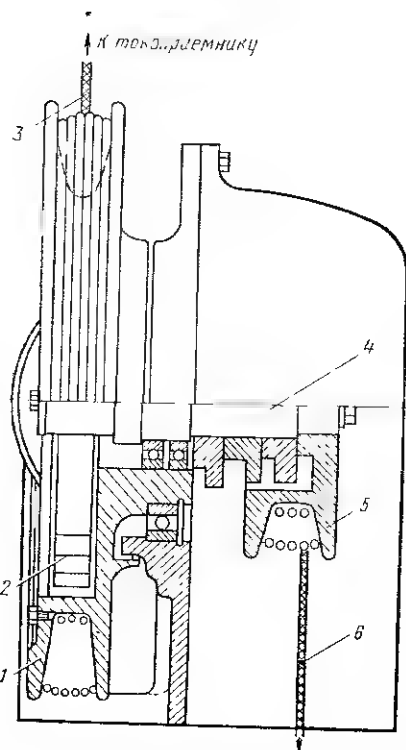


Рис. 127. Съемник токоприемника

тывают пеньковый канат 6, идущий в кабину водителя через направляющий ролик. Малое колесо насажено на вал 4, соединенный со спиральной плоской пружиной 2, второй конец которой закреплен на большем колесе. На канавку большого колеса наматывают пеньковый канат 3, конец которого закреплен на тяге головки токоприемника. При необходимости опустить токоприемник водитель из кабины через канат вращает малое колесо. Оно поворачивается вместе с валом и через пружину поворачивает большое колесо.

На малое колесо наматывается специальный канат, который и опускает токоприемник. Пружинный механизм не только позволяет опускать или поднимать токоприемник вручную из кабины, но и обеспечивает изменение высоты подъема и опускания токоприемника при работе в зависимости от высоты подвески контактного провода, без движения каната, идущего в кабину водителя.

Однорычажный токоприемник имеет основание 1 (рис. 128), нижнюю часть 3 (вал с тягой), закрепленную в основании на подшипниках, верхнюю часть 5 с головкой 8, на которой крепят алюминиевую контактную вставку 7. Подъем нижней части осуществляется пружинами 2, которые через приливы вала стремятся повернуть вал нижней части, поднимая ее, а благодаря тягам 4 и 6 поднимая и верхнюю часть. Головка токоприемника за счет действия пружин 11 и коромысла 10 стремится занять вертикальное положение. Для прохож-

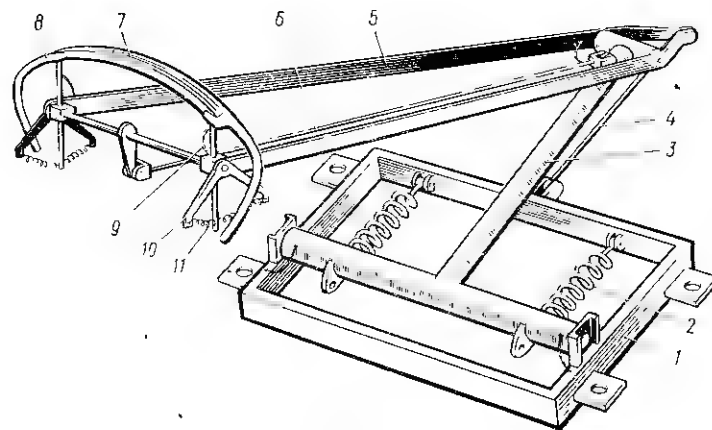


Рис. 128. Однорычажный токоприемник

дения тока через шарнирные соединения установлены медные гибкие шунты 9. К цепям вагона ток проходит по главному проводу с иаконачником, закрепленному на основании. Опускает однорычажный токоприемник (полупантограф) водитель вручную посредством системы блоков или лебедки подобно опусканию двухрычажного. В отличие от дугового токоприемника двухрычажные и однорычажные токоприемники не требуют перевода при езде в любом направлении.

Фиксирующее устройство обеспечивает фиксацию токоприемника в опущенном состоянии. Оно расположено под поперечной тягой головки токоприемника и крепится стойкой 3 (рис. 129) к крыше вагона. При опускании токоприемника (рис. 129, а) до отказа поперечная тяга головки 5, нажимая на хвостовик 4 (рис. 129, б), поворачивает крюк 1. Если после этого быстро опустить веревку токоприемника, то тяга окажется захваченной повернутым крюком и токоприемник не поднимется (рис. 129, в). Если же веревку отпустить медленно, то крюк под действием противовеса 2 повернется и токоприемник беспрепятственно поднимется.

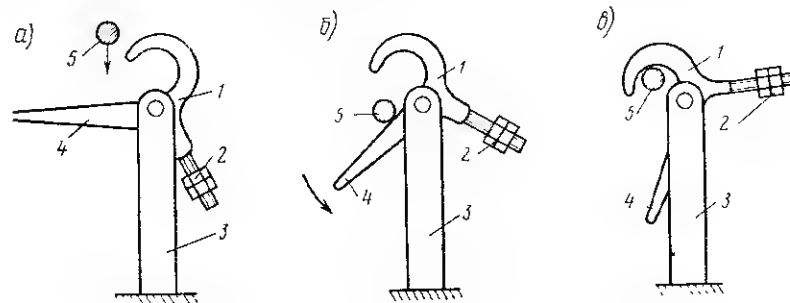


Рис. 129. Фиксирующее устройство

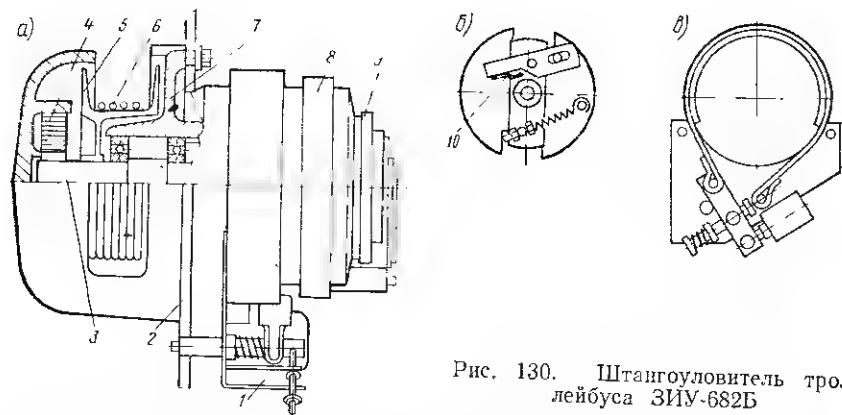


Рис. 130. Штангоуловитель троллейбуса ЗИУ-682Б

Успокоитель предназначен для гашения размахов (перемещений) штанги в горизонтальном направлении, которые возникают при соскакивании токоприемника, если троллейбус в этот момент находился на некотором расстоянии от оси подвески контактных проводов. При включении его электромагнита 4 втягивается якорь со штоком 6, сжимая пружину 5. Защелка 3 опускается и попадает в паз фиксатора 2. Штанга при своих размахах через штангодержатель 8 поворачивает корпус 7 вместе с прикрепленным к нему электромагнитом и защелкой 3. Защелка приводит в движение фиксатор 2, находящийся на оси пружин буфера 10, зафиксированных в основании 9. При этом сжимаются поочередно правая или левая пружина 1, которая, стремясь придать среднее положение фиксатору 2, быстро гасит горизонтальные перемещения штанги токоприемника.

После окончания опускания штанги электродвигатель остается в заторможенном состоянии благодаря действию ленточного тормоза (рис. 130, в). Это исключает подъем штанги и повторное включение штангоуловителя. При необходимости водитель может из кабины включить электродвигатель привода штангоуловителя для опускания штанг. Сигнальные лампы на блоке управления, расположенном на левом борту машины в кабине, сигнализируют о положении штанг (на контактном проводе или притянута) и в включенном состоянии штангоуловителей.

Для установки штанг после срабатывания необходимо сначала отключить выключатели на блоке управления. Штангоуловитель в рабочее состояние приводится оттормаживанием его тормоза путем поворота рычага тормоза по часовой стрелке до щелчка. При этом канат следует придерживать рукой. После установки штанги токоприемника на контактный провод выключатель необходимо включить.

Троллейбусы производства ЧССР оборудованы штангоуловителями без электрооборудования. Они работают благодаря спиральной пружине. В рабочее состояние их приводит водитель посредством съемной рукоятки 8 (рис. 132). Штангоуловитель троллейбуса 9Тр имеет корпус, состоящий из основания 3, венца 1 и крышки 6. Внутри корпуса расположен механизм, имеющий главную 16, вспомогательную 12, отключающую 14 и натяжную 13 защелки, барабан 5, на который наматывается канатик 4, идущий от штанг токоприемника и двух пружин. Более слабая пружина 17 держит натянутым канатик при подъеме и опускании токоприемника из-за изменения высоты подвески контактного провода. Внутренний конец этой пружины входит в паз барабана, а наружный крепится к крышке. Более сильную пружину 18 внутренним концом соединяют с поводком защелок 2, а наружным — с барабаном. Барабан может вращаться на центральном стержне 7. Защелки 12 и 16 притягиваются к центру усилием пружины 10. При этом главная защелка 16 находится в зацеплении с храповиком барабана 15, удерживая пружину 18 в натянутом состоянии.

Штангоуловитель служит для защиты контактной сети и головки токоприемника от повреждений при сходе головки с контактного провода. Штангоуловители могут быть с электрическим или пружинным приводом.

Штангоуловитель с электрическим приводом имеет основание 2 (рис. 130), корпус 7, тормоз 1, инерционный механизм 9, барабан 5 с канатом 6 и электродвигатель 8. Пружина 4 создает усилие для натяжения свободного каната при его ослаблении, когда опускается токоприемник с уменьшением высоты подвешивания контактного провода. Барабан с канатом, инерционный механизм и якорь двигателя находятся на одном валу 3 и закреплены на нем. При сходе головки токоприемника с контактного провода канат приводит в действие инерционный механизм (рис. 130, б), который срабатывает, включая свои контакты 10. Посредством транзисторов включается обмотка контактора. Контактор включается. Главными контактами замыкается цепь электродвигателя, а блокировочные контакты шунтируют инерционный выключатель. Электродвигатель вращает вал, на барабан наматывает канат, притягивая токоприемник к крыше. Когда токоприемник опустится, срабатывает концевой выключатель и электродвигатель отключается.

Срабатывание штангоуловителя возможно при соблюдении двух условий: отсутствии напряжения на головке токоприемника и резкого рывка (что говорит о сходе штанги с контактного провода) канатика.

Одновременно с выключением двигателя, включается электромагнит 4 (рис. 131) успокоителя (ограничителя перемещений в горизонтальном направлении).

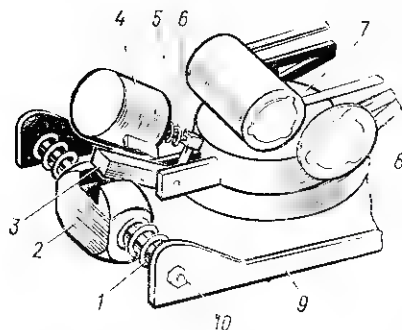


Рис. 131. Успокоитель

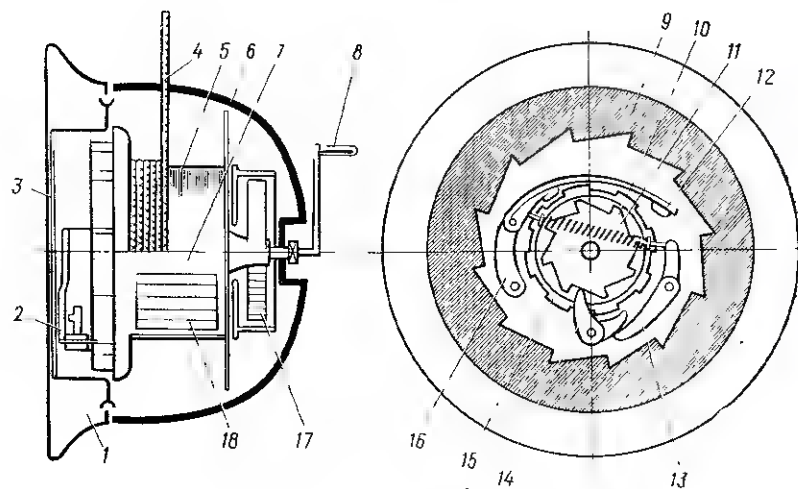


Рис. 132. Штангоуловитель троллейбуса 9Тр

Если головка токоприемника соскочила с контактного провода, то канатик рывком повернет барабан. Тогда вспомогательная защелка 12 под действием центробежной силы упрется в храповик основания 9 и одновременно выдвинет главную защелку 16. Главная защелка освобождает храповик барабана 15 и входит в зацепление с храповиком основания. Затем пружина 10 возвращает вспомогательную защелку в исходное положение. Барабан под действием пружины начинает вращаться и наматывает канатик. Токоприемник опускается. Защелка 14 вступает в зацепление с храповиком барабана, нажимает защелку 13, которая заходит в выступ храповика основания 3. Защелка 13 предотвращает вращение поводка защепок 2. Чтобы опущенный токоприемник снова установить на контактный провод, необходимо вначале завести его под крюк и съемной рукояткой освободить из зацепления с храповиком защелки. Когда головка токоприемника будет установлена на контактный провод, следует рукояткой 8, вращая храповое колесо 11, натянуть пружину штангоуловителя 18 для возможности его дальнейшей работы.

§ 44. Контроллеры управления, реостатные контроллеры и ускоритель

Контроллером называют многопозиционный электрический переключатель, предназначенный для включения, выключения и переключения различных электрических цепей. Контроллеры управления (контроллеры водителя) служат для управления трамвайным вагоном (поездом) или троллейбусом. Контроллеры сило-

вой цепи могут иметь непосредственный привод или дистанционный (от серводвигателя). Первые являются контроллерами с непосредственной системой управления, вторые — групповыми контроллерами. Контроллеры МТ-1А, МТ-4 (или ДК-7Б), МТ-22, МТ-27 и МТ-30, применяемые на трамвайных вагонах прежних выпусков с непосредственной системой управления, в данном учебнике не рассматриваются.

Реостатный контроллер служит для управления пуско-тормозными реостатами и реостатами ослабления возбуждения двигателей при косвенной системе управления. Каркас контроллера состоит из трех силуминовых рам 1 (рис. 133, а), скрепленных угольниками 2 и металлическими рейками 3, 4. В крайних рамах установлены шариковые подшипники, в которых вращается кулачковый вал. По обе стороны от кулачкового вала на рейках укреплены кулачковые элементы 5, 6. В зависимости от назначения они могут быть с дугогашением или без дугогашения (включенные в силовую цепь) и низковольтные (включенные в цепь управления).

Кулачковый элемент имеет подвижную и неподвижную части. Подвижная часть крепится валиком 10 (рис. 133, б) к изоляционному основанию 9, имеет рычаг 19, держатель контакта 16, контакт 15, гибкий шунт 18, включающую 22 и притирающую 17 пружины, ролик 21. Неподвижная часть имеет основание 9 с закрепленной на нем дугогасительной обмоткой 11 и неподвижным контактом 12 (губкой). Внутри обмотки находится сердечник с двумя закрепленными на нем полюсами 13, между которыми установлена дугогасительная камера 14. При повороте кулачкового вала ролик 21 вращается, касаясь поверхности выступа кулачковой шайбы 20. Включающая пружина сжата и подвижной контакт находится на некотором расстоянии от неподвижного. Когда вал

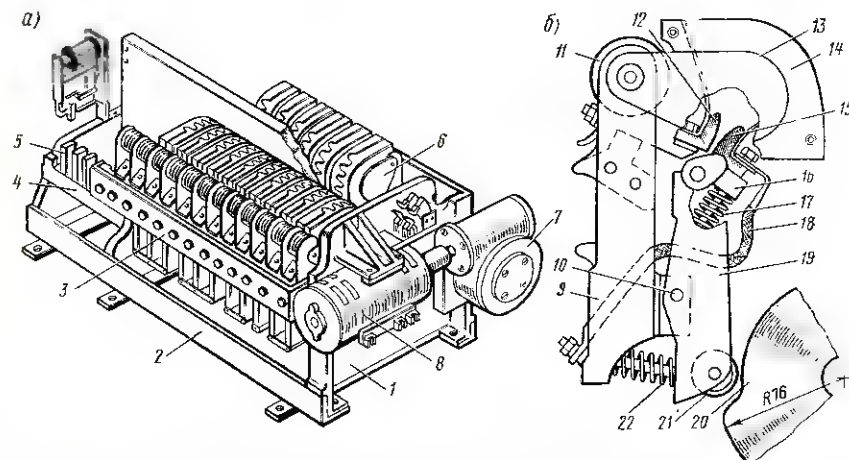


Рис. 133. Групповой реостатный контроллер трамвайных вагонов КТМ-5МЗ и ЛМ-68 (а) и кулачковый элемент (б)

повернется в положение, указанное на рис. 133, б, ролик попадет в выемку кулачковой шайбы, включающая пружина разожмется и повернет рычаг, соединив подвижной контакт с неподвижным, т. е. замкнет электрическую цепь. При включении контактов под действием притирающей пружины происходит взаимное перемещение контактов, называемое *притиранием*. При этом место касания контактов перемещается к задней части контактов (губок). Кроме того, при притирании происходит взаимное проскальзывание контактов, а следовательно, некоторая их зачистка. Благодаря притиранию рабочий контакт находится в чистом, свободном от оплавления месте.

Кулачковые элементы, имеющие металлокерамические контакты, не требуют притирания. Исключить его оказалось возможным, так как окисные пленки металлокерамических контактов имеют такое же удельное сопротивление, как и неокисленные контакты.

Если же при повороте кулачкового вала ролик попадает на выступ кулачковой шайбы, контакты, а следовательно, и электрическая цепь, размыкаются. При размыкании образуется электрическая дуга, которая гасится в дугогасительном устройстве. Принцип действия дугогасительного устройства основан на использовании явления выталкивания проводника с током в магнитном поле. Магнитное поле образуется током, протекающим по дугогасительной обмотке. Благодаря сердечнику и полюсам магнитный поток сосредоточен в месте образования дуги между контактами. Электрическую дугу можно рассматривать как проводник с током в магнитном поле. Направление выталкивающей силы подбирается так, чтобы дуга выталкивалась внутрь дугогасительной камеры, где она удлиняется и разрывается.

Для приведения во вращение кулачкового вала служит серводвигатель 8 (электродвигатель ПЛ-072Д или ПЛ-072Е).

Для передачи вращения от серводвигателя к валу контроллера имеется двухступенчатый редуктор 7. Шестерня, посаженная на вал серводвигателя, имеет зацепление с текстолитовой шестерней редуктора, благодаря чему уменьшается шум при ее работе. Групповой контроллер подвешен к раме кузова на болтах с помощью изоляторов. Весь механизм группового реостатного контроллера закрыт кожухом из листовой стали, имеющим съемную крышку с войлочным уплотнением.

Ускоритель применяют на трамвайных вагонах производства ЧССР. Он представляет собой видоизмененный реостатный контроллер, совмещенный с пуско-тормозными реостатами. Ускоритель служит для плавного вывода пусковых или тормозных реостатов при работе вагона. Он имеет большой цилиндр 1 (рис. 134) из изоляционного материала, на котором крепят нижние держатели элементов 11 реостатов. В верхней части на стойках укреплено асбоцементное кольцо 5, состоящее из двух полуколец для крепления верхних держателей 9 элементов реостатов. Между верхними и нижними держателями закреплены 95 ленточных элемен-

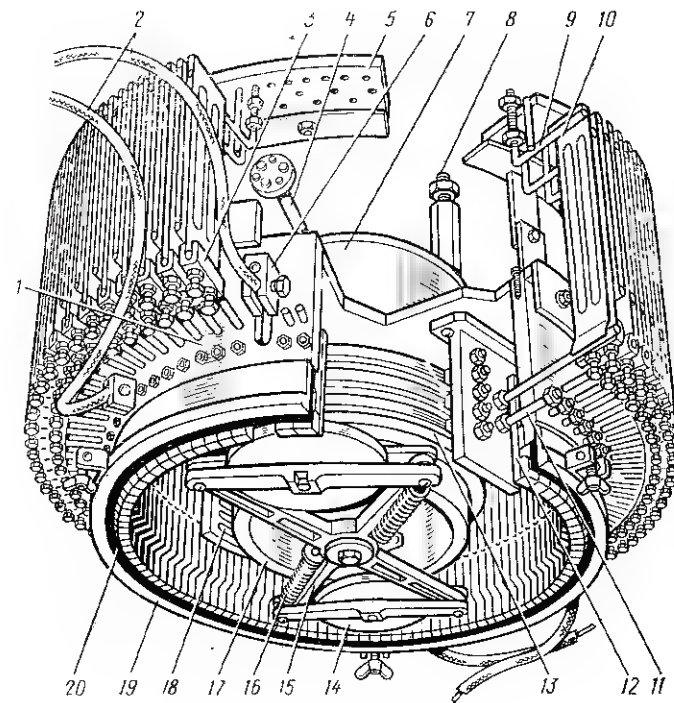


Рис. 134. Ускоритель вагона Т 3

тов 10 реостатов. Нижние держатели одновременно служат для крепления пальцев 12 и элементов реостатов с помощью зажимов 3. Каждый из 99 пальцев состоит из стальной плоской пружины, шунта из полосок медной фольги для лучшего прохождения тока и медного контакта. На нижней части цилиндра крепят токосъемное кольцо 19 с медными сегментами 20, к которому двумя изоляционными роликами 14 посредством пружин 16 прижимаются пальцы. Ролики укреплены на рычагах крестовины 15 и под действием пружин создают нажатие 300 Н. Крестовина смонтирована на валу, вращающемся в шариковых подшипниках. Редуктор 7 имеет червяк, соединенный валом 4 с электродвигателем, и шестерню, находящуюся в зацеплении с червяком. Эта шестерня насажена на вал. К крестовине крепят малый изоляционный цилиндр 17 с кулачками в виде сегментов 13, которые отключают низковольтные кулачковые элементы 18. Вал поворачивается через редуктор электродвигателем. Для монтажа на вагоне имеется три болта 8. Пальцы и элементы реостатов ускорителя разделены на две группы: нечетную (от 1-го до 99-го) и четную (от 2-го до 98-го). Каждый палец подключен к двум соседним элементам реостатов. К 1, 2, 75 и 76-му пальцам крепят зажимы 6 для подключения выводных проводов 2. Крестовина может поворачиваться до

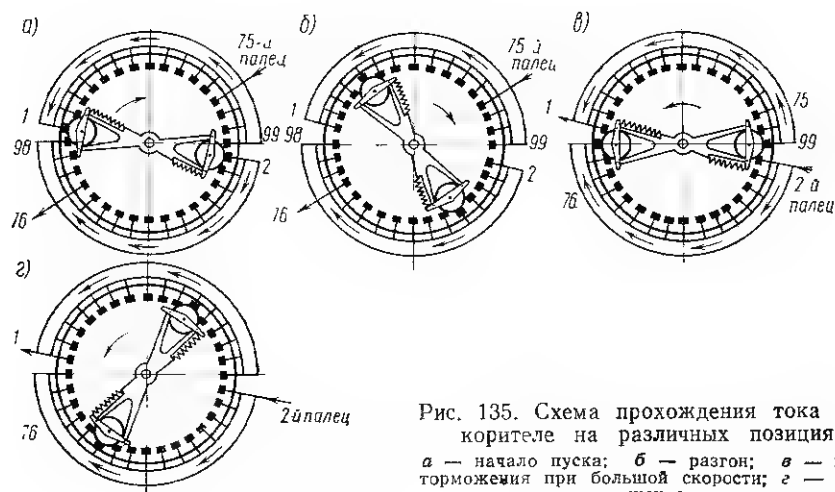


Рис. 135. Схема прохождения тока в ускорителе на различных позициях:
 а — начало пуска; б — разгон; в — начало торможения при большой скорости; г — торможение

упора, т. е. почти на половину оборота. Положение крестовины, при котором к токосъемному кольцу прижаты какие-либо пальцы, называют *позицией ускорителя*. Позиции ускорителя обозначают по номерам прижатых пальцев. В начале пуска вагона ускоритель находится на 1-й позиции и ток поступает по проводу, соединенному с 75-м пальцем (рис. 135, а), на нечетные элементы реостата. Пройдя все нечетные элементы до 1-го пальца, прижатого к токосъемному кольцу, ток поступает через токосъемное кольцо на прижатый к нему 2-й палец и проходит все четные элементы реостата до 76-го пальца, через зажим которого проходит на выходной провод. По мере разгона вагона реостаты ускорителя выводятся, для чего работает двигатель ускорителя, вращая крестовину. Изоляционные ролики поочередно прижимают к токосъемному кольцу другие пальцы. Первым роликом вместо 1-го пальца прижмется 3-й, затем 5-й и т. д., вторым роликом вместо 2-го пальца — 4, 6-й и т. д. Благодаря этому число подключаемых элементов реостата уменьшается (рис. 135, б). На 75-й позиции ток, не проходя по элементам реостата, пройдет с 75-го пальца на токосъемное кольцо, на 76-й палец и через зажим на выходной провод.

В режиме электрического торможения используются выводные провода, подключаемые к зажимам 1-го и 2-го пальцев (рис. 135, в). Тогда на 99-й позиции ускорителя (т. е. в начале торможения) ток проходит через зажим 2-го пальца, все четные элементы реостатов, 98-й палец, токосъемное кольцо (поскольку эти пальцы прижаты к токосъемному кольцу). Пройдя все нечетные элементы реостатов, ток через зажим 1-го пальца проходит на выходной провод. Для уменьшения сопротивления тормозного реостата работает двигатель ускорителя и ролики прижимают другие пальцы (рис. 135, г), вследствие чего число подключенных эле-

ментов реостата уменьшается. На 1-й позиции весь тормозной реостат окажется выключенным.

Так же, как и в режиме торможения, ускоритель работает и в режиме выбега вагона, но с меньшей скоростью.

Кулачковые элементы служат для включения и выключения низковольтных цепей, используемых в автоматической системе пуска и торможения вагона.

В пуско-тормозных реостатах ускорителя при работе вагона выделяется большое количество тепла. Поэтому ускоритель при работе должен непрерывно охлаждаться воздухом, подаваемым от вентиляторов двигателя-генератора. В холодное время нагретый ускорителем воздух подается по желобам для обогрева салона, а в теплое — заслонка закрывается и нагретый воздух направляется наружу (под кузов вагона).

Во избежание недопустимого нагрева ускорителя (чтобы не искоробились и не замкнулись элементы реостатов) рекомендуется перед затяжными подъемами произвести разгон вагона и проехать весь подъем, не выключая тока двигателей. Тогда реостаты ускорителя будут при проезде подъема выведены, а следовательно, не перегреются. Чтобы избежать оплавления контактов пальцев и приваривания («залипания») их к токосъемному кольцу, рекомендуется одновременно отключать цепь тяговых двигателей перед проездом секционных изоляторов, троллейбусных пересечений и мест, где токоприемник отходит от контактного провода, с целью их проезда с обесточенной силовой цепью.

Ускоритель расположен в средней части вагона под кузовом; его крепят к полу болтами 8 (см. рис. 134) в отсеке, закрываемом снизу крышкой и смотровым люком в полу.

Масса ускорителя 180 кг.

§ 45. Контактторы

Контактторы служат для включения и выключения электрических цепей. Обычно их используют для работы в цепях с большими токами. Контактторы могут быть с электромагнитным или пневматическим приводом. На современном городском электротранспорте используют электромагнитные контактторы из-за простоты их устройства.

Электромагнитный контактор имеет магнитную систему, состоящую из сердечника 1 (рис. 136), ярма 3 и якоря 7, включающую обмотку 2, главные контакты 11 и 12 для размыкания силовой цепи, блокировочные контакты 4 и 5 для переключения в цепях управления, дугогасительное устройство (сердечник 15, два полюса 10, дугогасительная обмотка 14, рог и дугогасительная камера 13). Главный подвижной контакт прикреплен на якоре шарнирно. Чтобы при прохождении тока не подгорели шарниры, предусмотрен гибкий медный шунт 8, по которому ток проходит, минуя шарниры. Для подключения контактора к силовой цепи предусмотре-

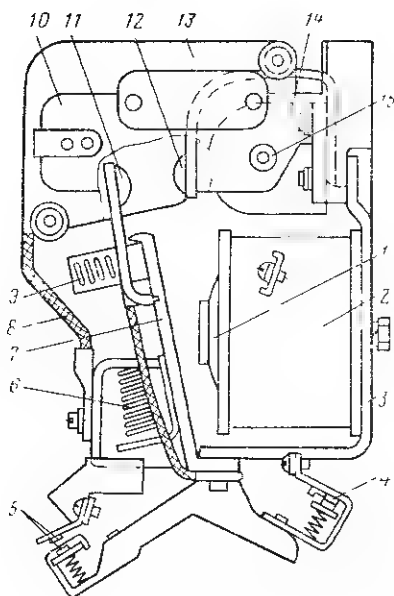


Рис. 136 Контактор КПД-110

ны входной и выходной зажимы. Для включения контактора подается напряжение от цепи управления на включающую обмотку. При этом сердечник намагничивается и к нему притягивается якорь. Подвижной контакт, соединенный с якорем, касается неподвижного и ток силовой цепи (а в ряде случаев вспомогательной или низковольтной цепи) с входного зажима проходит через дугогасительную обмотку, неподвижный главный контакт, подвижный главный контакт, гибкий шунт и выходной зажим в подключенную электрическую цепь. При включении под действием притягивающей пружины 9 происходит притирание контактов, которое характеризуется *провалом*. Одновременно с включением главных контактов замыкаются или размыкаются блокировочные контакты контактора, выполняющие переключения в цепи управления. В контакторах используют блокировочные контакты двух видов: одни (5) при замкнутых главных контактах замыкаются, другие (4), наоборот, размыкаются. При отключении включающей обмотки под действием выключающей пружины 6 происходит выключение контактора.

Контакторы обычно монтируют на контакторных панелях. Контактная панель представляет собой доску из изоляционного материала, укрепленную на металлическом каркасе. Кроме контакторов, на контакторных панелях могут быть расположены различные реле, резисторы и др. Контактные панели могут быть расположены под кузовом вагона (для трамвая) и в кабине водителя (для троллейбуса).

На отечественных троллейбусах используют контакторы: КПП-113 (линейные контакторы ЛК-1, ЛК-2, ЛК-3, реостатный Р и тормозной контактор силовой цепи Т), КПД 110 (контакты ослабления возбуждения тяговых двигателей, контактор двигателя компрессора). В троллейбусах производства ЧССР используют контакторы 29 SM в качестве силовых, 28-SM — в силовой цепи, для включения и отключения цепей реостатов и для ослабления возбуждения тяговых двигателей, 27-SM — для вспомогательных высоковольтных цепей (общий контактор и контактор двигателя компрессора).

На трамвайных вагонах отечественного производства используют контакторы: КПД-114 для включения и отключения цепей

Контакт.	Напряжение, В	Ток, А	Главные контакты			Блокировочные контакты			Напряжение цепи управл. ции, В
			Резистор, мм	Провод, мм	Напряжение ко-сигнал, Н	Резистор, мм	Провод, мм	Напряжение контакт., Н	
КПД 110Е	550	5...25	8...11	4...6	2,5	3,5	2	1,0	24, 50*
КПП-113	750	150	14...18	5...7	20	4	2,5	1,0	24
КПД-114	550	300	16	6	32	4	2,5	1,5	24/50*
КПД-113	550	150	12	5	22	4	2,5	1,5	24 50*
КПДЗ-113	550	150	15	5	22	4	2,5	1,5	24
ТКПМ-111	24	100	9	4	7,0	4	2,5	1,5	24
ТКПМ-121	24	80	9	4	7,0	4	2,5	1,5	24
SA-781	750	200	16	4	50	3	2,0	1,5	24
SA-261	110	60	10,5	4	7,5	1	2,0	1,5	24
SA-263	110	100	10,5	4	7,5	4	2,0	1,5	24
SG-11	750	350	15,5	1	50	3	2,0	2,5	24
SG 12	110	200	16	4	50	3	2,0	1,5	24

* В числителе для всех троллейбусов и трамваев, кроме РВЗ 6, а знаменателе — только для трамваев РВЗ 6.

тяговых двигателей, КПП-113 для различных переключений в силовых цепях, КПДЗ-113 для переключения с нормального режима торможения на аварийный, КПД-110 для переключения в цепях параллельных обмоток тяговых двигателей, КПД-11 для включения электромагнитов тормозов, КПМ-121 для включения аккумуляторной батареи во время аварийного торможения и КПМ-111 для включения рельсовых тормозов. На трамвайных вагонах производства ЧССР применяют контакторы: главный или линейный SB-791 или SL-11, служащие для включения и выключения всей силовой цепи при пуске и разгоне вагона, а также для отключения силовой цепи посредством реле максимального тока при перегрузках.

Контакторы SA-781 используют в силовой цепи, контакторы SG-11 в цепи пусковых демферных реостатов. Контактор SA-761 служит для включения двигателя-генератора (на вагонах последних выпусков используют контактор SA-781). Контактор SA-763 предназначен для работы в цепях отопления вагона, не имеет дугогасительной обмотки, а магнитное поле в дугогасительной камере создается постоянными магнитами, выполненными в виде шайб из магнитного материала. Контактор SA-261 служит для включения цепей управления, барабанных и рельсовых тормозов. Цепи индуктивного шунта включают контакторами SG-12.

Конструкции всех электромагнитных контакторов аналогичны друг другу, но имеют различные технические данные и особенности в зависимости от параметров цепей, в которые они включены,

а также от специфики условий производства на различных заводах-изготовителях. Основные технические данные контакторов приведены в табл. 6.

§ 46. Пусковые, тормозные, регулировочные реостаты, резисторы и индуктивные шунты

Резисторы предназначены для ограничения тока в электрических цепях. Элементы резисторов имеют различную конструкцию и могут быть рассчитаны на различную мощность. На подвижном составе используют элементы КФ, СР и ПЭ. Пуско-тормозные реостаты используют во время пуска, разгона и электрического торможения вагона или троллейбуса. В настоящее время для пуско-тормозных реостатов используют чаще всего ленточные элементы КФ. Элементы КФ (рис. 137, а) делают из фехральной¹ ленты 1, намотанной «на ребро» и смонтированной на фарфоровых изоляторах 2 гребенчатого типа. С двух сторон каждый элемент имеет выводные пластины 3. Изоляторы смонтированы на стальных держателях 4. Ящик реостатов подвешивают к раме кузова на изоляторах.

Для регулирования тока независимой обмотки возбуждения используют реостаты, состоящие из элементов СР (рис. 137, б). Их изготавливают из круглой фехральной проволоки 7. Ее наматывают в канавки фарфорового цилиндра 5, расположенные по винтовой линии. Это исключает сдвиг проволоки по цилиндру. Начало и конец обмотки элемента припаяны, а подводимый к элементу провод закреплен винтом 6 с гайкой и пружинной шайбой. Элемент СР может иметь промежуточный вывод 8, который выполняют в виде металлического хомута, скрепленного винтом и касающегося проводов в требуемой точке. Выводы в виде медных шинок с отверстиями под болт припаивают твердым припоем. Монтажные провода подводят к рейкам с зажимами.

В цепях управления и вспомогательных цепях применяют резисторы ПЭ-75. Константановая или нихромовая проволока 10 (рис. 137, в), намотана на гладкий цилиндр 11 и покрыта при высокой температуре стекловидной эмалью 9. Благодаря этому витки изолированы друг от друга и от окружающего воздуха. Концы проволоки соединены медным неизолированным проводом с держателем 12. Проволочные резисторы, рассчитанные на большую мощность, имеют устройство, аналогичное устройству элементов СР. Размеры их могут быть различными в зависимости от назначения и мощности. Резисторы всех типов могут быть с промежуточными выводами, которые по конструкции сходны с выводами элементов СР. В ряде случаев для правильной работы различных аппаратов необходимо отрегулировать сопротивления

резисторов. Для этого делают несколько выводов или вывод от передвижного хомутика. Для его передвижения ослабляют крепящий болт, а затем, после перемещения, в требуемом месте вновь закрепляют. Такие резисторы, позволяющие изменять сопротивление цепи, являются регулировочными.

Индуктивные шунты (реакторы) применяют на трамвайных вагонах и троллейбусах при уменьшении возбуждения тяговых двигателей, чтобы увеличить скорость движения вагона или троллейбуса после выведения пусковых реостатов. Индуктивный шунт включают параллельно последовательной обмотке возбуждения двигателя. Его применяют для того, чтобы не было броска тока в случае кратковременного исчезновения с последующим восстановлением приложенного напряжения.

Сердечник 3 (рис. 138) индуктивного шунта набирают из штампованных пластин электротехнической стали. На сердечнике устанавливают катушки 2 из изолированного медного (а иногда алюминиевого) провода обычно прямоугольного сечения. Индуктивные шунты монтируют под кузовом на фарфоровых изоляторах 1, на отечественных трамвайных вагонах и троллейбусах вместе с элементами КФ, которые крепят на скобах. От грязи и влаги индуктивные шунты защищены кожухом. Выводные провода 4 от индуктивного шунта подключают к кондукту или выводят на рейку 5.

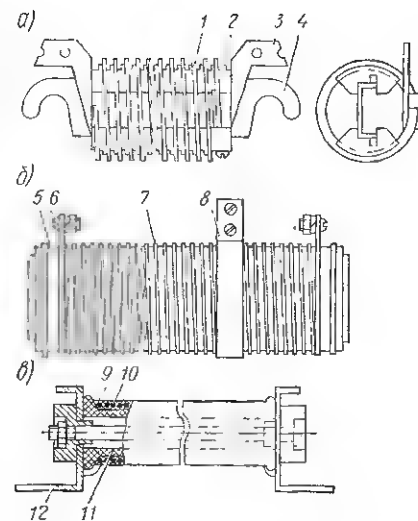


Рис. 137. Элементы резисторов КФ (а); СР (б) и ПЭ (в)

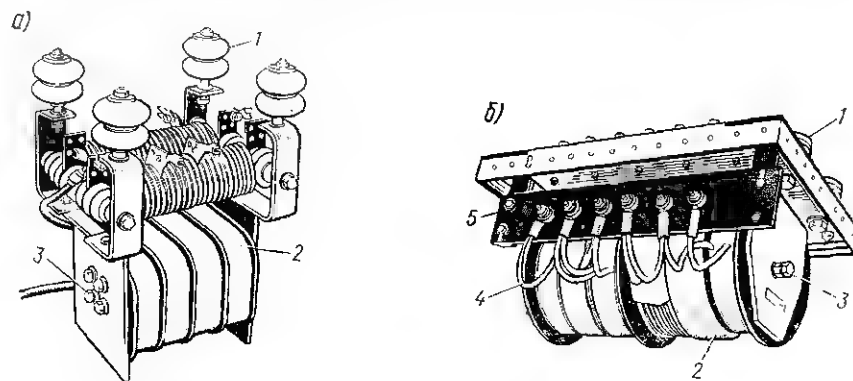


Рис. 138. Индуктивные шунты трамвайных вагонов КТМ-5МЗ, ЛМ-68 и троллейбусов (а) и трамвайного вагона Т-3 (б)

¹ Фехраль — сплав, состоящий из железа, хрома и алюминия, обладающий высоким удельным сопротивлением.

Методика расчета пусковых реостатов. Существует несколько методов расчета пусковых реостатов. Из них более наглядным является графический. По оси ординат отложим скорость v (рис. 139, а), по оси абсцисс вправо ток двигателя I , а влево — полное сопротивление цепи $R+r$ (здесь R — сопротивление реостатов, r — сопротивление обмоток двигателя).

Как уже было сказано (см. § 42), для лучшего использования силы тяги пусковой ток I_n должен быть неизменным в течение всего времени пуска. Тогда зависимость $R+r$ от скорости v является прямолинейной, графически может быть построена по двум точкам. Первую точку находим при условии $v=0$. Тогда $R+r = -U/I_n$. Откладываем это значение влево и получаем точку a . Вторую точку находим при $R=0$. Тогда $R+r = r$. Эта точка будет при езде по автоматической характеристике (при полном возбуждении) в точке пересечения линии I_n с характеристикой. Тогда точка b находится после спуска скорости на линию r . Соединив прямой линией точки a и b , получим закон, по которому следует выводить реостаты, чтобы обеспечить постоянство тока за все время реостатного пуска.

Однако соблюдение этого закона потребовало бы бесконечно большого числа ступеней регулирования пускового реостата. При ограниченном числе ступеней получается не плавное, а ступенчатое уменьшение сопротивления пускового реостата во время разгона трамвайного вагона или троллейбуса. При этом каждый раз при отключении очередной ступени (секции) реостата появляется резкое увеличение (скачок) тока. Обычно задаются допустимыми колебаниями тока при выведении ступеней реостатов.

При непосредственной системе управления колебания тока могут достигать $\pm (10...20)\%$, для чего потребуется лишь 8...12 пусковых ступеней. При использовании автоматической системы пуска число ступеней значительно больше и колебания пускового тока от $I_{\max}$ до $I_{\min}$ получаются значительно меньшими. Значение $I_{\max}$ выбирают из условий наибольшего возможно допустимого тока по реализуемому сцеплению, допустимого тока тягового двигателя, допустимого ускорения и зависит от выбранного типа двигателя, передаточного числа редуктора, диаметра колеса трамвайного вагона (троллейбуса). Обычно он на 20...40% больше часового тока тягового двигателя.

Расчетный пусковой ток $I_n = (I_{\max} + I_{\min})/2$. Находим точки и строим прямые линии a_1b_1 , a_2b_2 , a_3b_3 , для наибольшего, среднего и наименьшего токов $I_{\max}$, I_n и $I_{\min}$ и значений $U/I_{\max}$, U/I_n , $U/I_{\min}$ (см. рис. 139, б).

Прямая a_1b_1 соответствует наибольшему току, a_2b_2 — среднему и a_3b_3 — наименьшему току. Область между линиями a_1b_1 и a_3b_3 представляет собой геометрическое место точек с током больше, чем наименьший, и меньше, чем наибольший. Вертикальные прямые a_1c , de и fg соответствуют скоростной характеристике с включенными в цепь обмотки якоря двигателя секциями реостатов.

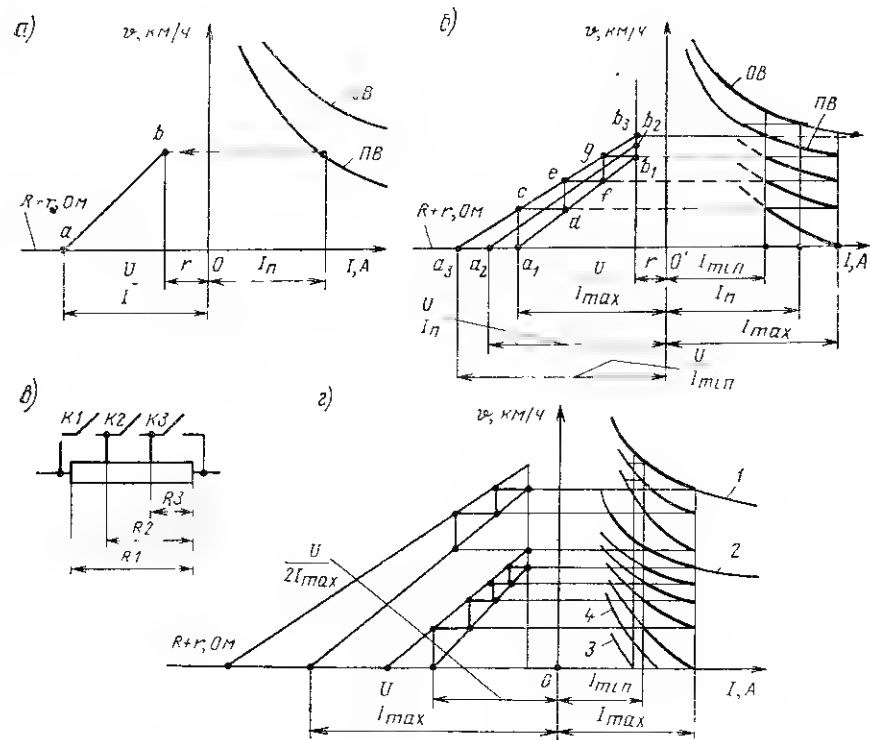


Рис. 139. Кривые $v(I)$ и $v(R+r)$ (а, б и в) и схема пускового реостата (г)

Проследим по рис. 139, б процесс разгона трамвайного вагона (троллейбуса). Пусть он начинается при токе $I_{\max}$ (хотя практически для плавного трогания делают дополнительные ступени, чтобы ток достиг максимального значения, постепенно нарастая от меньшего значения). Тогда началом пусковой диаграммы будет точка a_1 , в которой при скорости, равной нулю, ток будет равен $I_{\max}$. Сопротивление реостатов в омах соответствует отрезку $O'a_1$, в выбранном масштабе.

Пока остается подключенным реостат с сопротивлением R_1 , процесс пуска происходит по прямой a_1c . При этом значение тока уменьшается, так как эта прямая по мере увеличения скорости переходит в область меньших токов.

В точке пересечения a_1c с линией a_3b_3 необходимо уменьшить сопротивление реостата, отключив часть его, чтобы ток не снизился ниже $I_{\min}$. Процесс переключения изобразится горизонтальной линией, так как за это время скорость практически не изменится. Ток, соответствующий точке d , — наибольший ($I_{\max}$). Отрезок cd в масштабе показывает сопротивление выведенной ступени реостата (разность $R_1 - R_2$ на рис. 139, в).

Далее происходит движение при включенном в цепь обмотки якоря двигателя реостате с сопротивлением R_2 . Процесс изображается отрезком de . Весь же процесс разгона проходит по ломаной a_1cdef и т. д. с колебанием тока от $I_{\max}$ до $I_{\min}$.

По горизонтальным отрезкам находят сопротивления отключаемых секций реостатов (или сопротивления R_1 , R_2 и т. д., включаемых секций реостатов, см. рис. 139, a).

Когда все реостаты будут отключены (на данной диаграмме от точки g), то дальнейший разгон пойдет по характеристике (по линии с полным возбуждением PB). Переход на характеристику с ослаблением возбуждения проводят в зависимости от конкретных условий или при токе $I_{\min}$, или при ином токе. На данной диаграмме, если включить ослабление возбуждения при токе $I_{\min}$, как показано штриховой линией, пусковой ток оказался бы слишком большим — был бы больше, чем $I_{\max}$. Это могло бы привести к буксованию колес или искрению на коллекторе (а возможно и к круговому огню). Чтобы избежать таких явлений, можно ввести дополнительные ступени реостата при переходе на ослабленное возбуждение или уменьшить степень возбуждения, или увеличить выдержку времени и включить ослабленное возбуждение при токе, меньшем $I_{\min}$. В последнем случае несколько уменьшатся средний пусковой ток, усилие тяги, а значит, и ускорение при разгоне.

Аналогичным способом можно перейти на характеристику более сильного ослабления возбуждения (на рис. 139, b не показана).

Изложенное относится к одномоторному экипажу (например троллейбусу). Для трамвайного вагона расчеты условно приводят к одному двигателю, а затем в зависимости от способа подключения двигателей изменяют найденные значения.

При непосредственной системе управления используют двухступенчатый пуск. В этом случае, как видно из рис. 139, z , двигатель сначала разгоняется до скорости, допускающей работу на автоматической характеристике 2 при последовательном соединении, затем переключают двигатель для работы параллельно, для чего вновь вводят реостаты, чтобы не допустить повышения пускового тока сверх $I_{\max}$. К концу пуска в точке d вагон достигает скорости движения, допускающей переход на автоматическую характеристику 1 при параллельном соединении двигателей и при полном возбуждении. Возможно и в этом случае использование ослабления возбуждения, как это было показано на рис. 139, b .

Следует отметить, что при реостатных ступенях, рассчитанных на пуск с пределами колебания тока от $I_{\min}$ до $I_{\max}$, имеется возможность разгонять вагон и с меньшими токами, используя дополнительные ступени (характеристики 3 и 4). Подобные ступени всегда предусматривают для маневровой работы и для более плавного начала разгона. Для такой езды следует несколько дольше задерживаться на каждой из реостатных ступеней. Точно так же можно было бы производить пуск и при пусковом токе

большем, чем расчетный, переходя быстрее с одной ступени на другую, если бы это было допустимо по условиям сцепления, механической прочности, коммутации двигателя и т. п.

§ 47. Аппараты защиты

При эксплуатации трамвайных вагонов и троллейбусов в некоторых случаях возникают ненормальные режимы, вследствие которых электрическое оборудование может быть повреждено. Для защиты от повреждений служат различные защитные устройства. Так, для защиты от перегрузок и коротких замыканий в электрических цепях используют плавкие предохранители, автоматические выключатели и реле перегрузки, которые отключают защищаемую цепь при повышении в ней тока выше допустимого предела.

Плавкие предохранители используют для защиты вспомогательных цепей. Они могут быть высоковольтными или низковольтными. Высоковольтные предохранители имеют изоляционную трубку 3 (рис. 140), два колпачка 4, легкоплавкий проводник 1, наполнитель 2. В качестве наполнителя используют порошок магнезита, кварцевый песок, мраморную крошку или асбест. Предохранитель включают в защищаемую цепь последовательно. Если в цепи ток превысит допустимое значение, то легкоплавкий проводник плавится, разрывая цепь. Наполнитель быстро заполняет образовавшееся пространство и гасит дугу. При этом под действием высокой температуры наполнитель и материал трубки выделяют газы, способствующие быстрому гашению дуги. При отсутствии наполнителя или когда проводник размещен снаружи (установка «жучка») дуга гасится медленно, окружающий воздух ионизируется, а значит, становится проводником. Тогда могут произойти перебросы дуги на заземленные или токонесущие части оборудования. Поэтому такие плавкие предохранители использовать нельзя.

Низковольтные предохранители имеют фибровую пластину 5, два латунных наконечника 6 и легкоплавкий проводник 1. Иногда используют трубчатые предохранители без наполнителя.

Предохранители обычно устанавливают на щитках при помощи пружинных зажимов.

Автоматические выключатели на современных трамвайных вагонах и троллейбусах отечественного производства применяют типа АВ-8А-1 (в силовых цепях) и АВ-8А-5 (во вспомогательных цепях вагонов КТМ-5МЗ и ЛМ-68). Конструкция этих автоматических

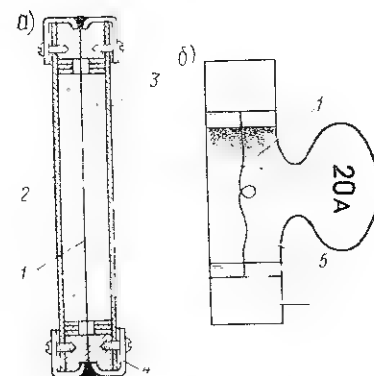


Рис. 140. Предохранители:
а — высоковольтные; б — низковольтные

1 2 3 4 5 6 7 8 9

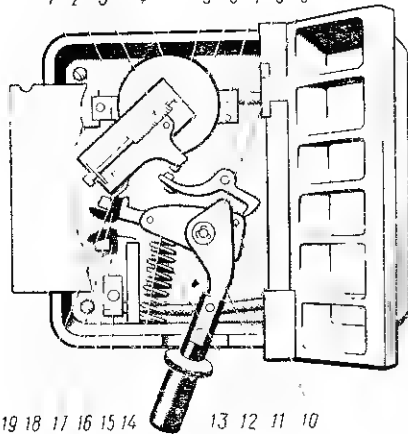


Рис. 141. Автоматический выключатель

ких выключателей одинакова. Различаются они толщиной провода и числом витков электромагнитной катушки. Выключатель АВ-8А-1 имеет катушку из шести витков толстой медной шины, намотанной на ребро, а выключатель АВ-8А-5 имеет 40 витков более тонкого провода прямоугольного сечения. Благодаря этому выключатель АВ-8А-1 выключается при токе 500...800 А, а выключатель АВ-8А-5 — при токе 80 А.

В пластмассовом корпусе 1 автоматического выключателя (рис. 141) находится изоляционное основание 2, на котором укреплены ось рукоятки 11, электромагнит 4 с якорем 5 и регули-

ровочной пружиной 3. Входной зажим 7 соединен с обмоткой электромагнита, второй конец которой соединен гибким шунитом 18 с подвижным контактом 17. Неподвижный контакт 16 соединен с выходным зажимом 15. На оси укреплены рукоятка 13 и держатель контактного рычага 14. Выключающая пружина 12 стремится разомкнуть контакты. После включения автоматического выключателя вручную контакты удерживаются во включенном состоянии защелкой 8 с пружиной. При отсутствии тока или при токе, не превышающем допустимый, якорь оттянут регулировочной пружиной. При перегрузке или коротком замыкании якорь, преодолев натяжение пружины, притягивается к сердечнику электромагнита. При этом ударник якоря 6 ударяет по концу защелки. Защелка освобождает штифт 10. Под действием выключающей пружины рычаг с держателем подвижного контакта поворачивается и контакты размыкаются. Возникающая дуга гасится в дугогасительной камере 19. При выключении вручную рукоятку поворачивают на оси и штифт 9, находящийся на противоположном конце рычага, отводит защелку. Контакты и в этом случае размыкаются под действием выключающей пружины.

Троллейбус 9Тр имеет автоматический выключатель с ручным приводом, выведенным на пульт водителя. Он отрегулирован на ток 600 А.

Разрядники устанавливают на трамвайных вагонах для защиты электрического оборудования от атмосферных разрядов и перенапряжений в контактной сети. Наиболее простым является роговой разрядник. Он имеет индуктивную катушку, состоящую из девяти-десяти витков толстого неизолированного медного провода, и два рога, прикрепленных с помощью изоляторов к основанию. Разрядник расположен на крыше и для безопасности обслужива-

ния обычно огражден рамкой. Между рогами в нижней части имеется воздушный промежуток 3...3,5 мм. Один из рогов соединен с токоприемником, а второй заземлен. Постоянный ток из контактной сети поступает через индуктивную катушку, поскольку для напряжения 550...600 В воздушный зазор является надежным изолятором, а сопротивление катушки крайне мало. Для токов, вызванных атмосферными разрядами или являющихся следствием внезапного перенапряжения в контактной сети и представляющих собой переменные токи высокой частоты, индуктивная катушка представляет большое сопротивление. Но повышенное напряжение легко пробивает воздушный промежуток между рогами, где и возникает электрическая дуга. Нагретый дугой воздух поднимается, увлекая за собой дугу. Дуга удлиняется и быстро разрывается.

Современные вагоны снабжают вилитовыми разрядниками, которые устанавливают также на крыше вагона. Принцип действия этих разрядников основан на свойстве вилита (материала, получаемого обжигом карбида кремния с добавкой глины и графита), изменять сопротивление в зависимости от приложенного напряжения. При низком напряжении его сопротивление велико, при повышении до определенного предела — резко уменьшается. Разрядник образует цепь от контактного провода КС через вилитовые диски 1, 2 (рис. 142) и искровой промежуток 3 на землю (раму вагона). При нормальном напряжении ток вследствие большого сопротивления вилита через разрядник не проходит. При повышенном напряжении он свободно проходит через воздушный промежуток и вилит. После пропускания импульса тока напряжение снижается до нормального и вилит восстанавливает свое сопротивление — разрядник готов к дальнейшей эксплуатации. Разрядник может срабатывать 8—9 раз. Два вилитовых диска разрядника и искровой промежуток помещены внутри фарфорового корпуса.

Комплект искрового промежутка 3 состоит из набора медных и изоляционных шайб. Для гашения дуги двумя магнитами 4, 5 создается магнитное поле. Пружина создает плотный контакт между деталями. Провод от токоприемника подключен к шпильке. Металлический фланец заземлен. При срабатывании разрядника внутренние изоляционные детали выделяют газы, способствующие гашению дуги. Обычно их давление невелико, но при пробое вилитового диска оно может резко повыситься. Чтобы корпус не разорвался, предусмотрено предохранительное устройство. Для уплотнения разрядника установлены прокладки из озоностойкой резины.

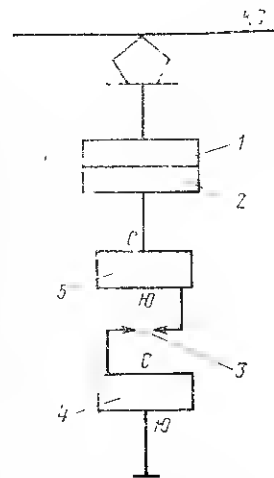


Рис. 142. Схема вилитового разрядника

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

§ 48. Контроллеры управления

Электродвигатели и коммутационная аппаратура, установленные на трамвайных вагонах и троллейбусах, являются источниками электромагнитных волн, которые создают помехи для приема радио- и телевизионных передач. Контактная сеть играет роль антенны для распространения этих помех. Помехи, созданные лишь одним троллейбусом, могут быть приняты приемным устройством на расстоянии 5...6 км в продольном направлении и 150...200 м в направлении ему перпендикулярном.

Для уменьшения уровня помех увеличивают внутреннее сопротивление электрооборудования, подключают реактор помехоподавления.

Реакторы помехоподавления состоят из одной или двух плоских катушек из медного или алюминиевого провода без магнитопровода (без сердечника). Катушки монтируют на деревянном основании и закрывают сверху крышкой. Реактор помехоподавления включают в цепь непосредственно за токоприемником. Параллельно реактору помехоподавления подключают конденсаторы. При работе электрооборудования подвижного состава на линии катушки реактора помехоподавления и конденсаторы создают фильтр, гасящий ток высокой частоты, не допуская их распространения в атмосферу через контактную сеть в виде радиопомех. Кроме реакторов помехоподавления, служащих общей защитой для всех цепей, устанавливают местную защиту. Параллельно контактам ряда аппаратов и обмоткам якорей электродвигателей включают цепи, состоящие из последовательно соединенных конденсатора и резистора. При возникновении токов высокой частоты от искрения в контактах они замыкаются через конденсаторы и гасятся в резисторе.

Водитель при управлении трамвайным вагоном или троллейбусом контроллером водителя задает режим работы тяговых двигателей (пуск, регулирование скорости или торможение).

На троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б применен контроллер управления КВП-2Б, на 9Тр — контроллер управления 4КТ.

Контроллер КВП-2Б установлен в кабине за сиденьем водителя и закрыт кожухом из листовой стали. Каркас контроллера состоит из двух силовых рам 3 (рис. 143, а), соединенных шпильками с металлическими рейками 9. К каркасу закреплены два вала: хода и тормозной, а также реверсивный барабан. Вал хода 6 служит для управления пуском троллейбуса. Он имеет три кулачковые шайбы и приводится во вращение при помощи шестерни 5, имеющей зацепление с зубчатым сектором, соединенным рычагом 13 с пусковой педалью. Вал вращается в шариковых подшипниках. Ограничивает поворот сектора два прилива на раме каркаса. Кулачковые шайбы приводят в действие шесть кулачковых элементов 7 типа КЭ-42. Кулачковый элемент включается под действием пружины, выключается посредством кулачковой шайбы.

Тормозной вал 8 служит для задания тормозного режима. Он имеет две кулачковые шайбы, которые приводят в действие четыре кулачковых элемента. Вал вращается на цилиндрическом продолжении ходового вала при помощи тяги и рычага 10, передающих движение от тормозной педали. В нулевое положение ходовой и тормозной валы возвращаются под действием пружин.

Реверсор предназначен для изменения направления тока в обмотках якоря и добавочных полюсов тягового двигателя, что служит для изменения направления движения троллейбуса. Реверсивный вал 11 вращается в двух подшипниках скольжения. Он представляет собой стальной стержень с шайбами сегментодержателей. Медные сегменты 12 крепятся винтами в сегментодержателях и служат для соединения прикасающихся к ним пальцев. На одном конце вал имеет головку 1 для съемной реверсивной рукоятки. Вал имеет три фиксированных положения: *Вперед*, *Стоп* и *Назад*. Валы между собой механически заблокированы. Блокирующий механизм имеет храповик, фиксатор 2 и пружину 4. Он позволяет переводить реверсивный вал только

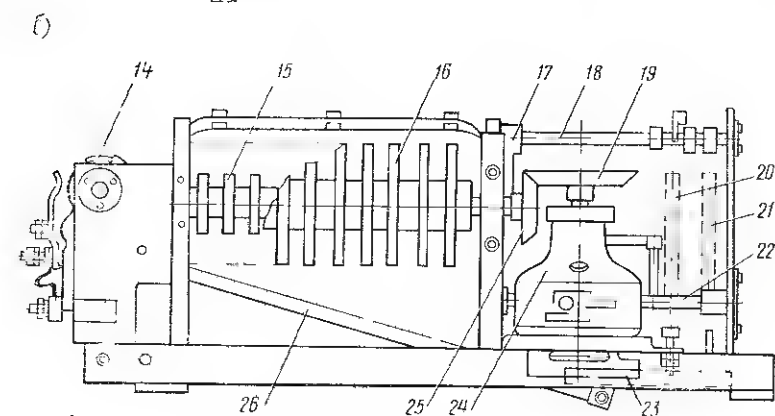
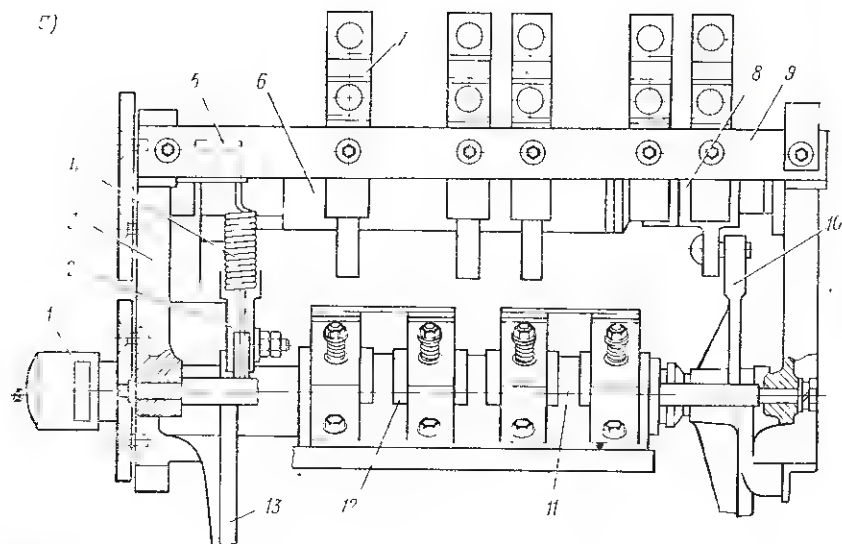


Рис. 143. Контроллеры KBP-22Б (а) и 4КТ (б)

после перевода вала контроллера хода в нулевое положение. На каркасе контроллера имеется изоляционная панель с конденсаторами, подключенными параллельно контактам контроллера. Конденсаторы позволяют уменьшать поджоги контактов от искрения и ослабить радиопомехи.

Контроллер 4КТ (рис. 143, б) устанавливают в средней части троллейбуса 8Тр. Его осмотр проводят, открыв лобовые щиты. Контроллер хода 16 имеет десять кулачковых шайб, которые приводят в действие десять кулачковых элементов. Вращение ходового вала производится от пусковой педали натяжением пружины 20 через порошковую электромагнитную муфту 24, промежуточный рычаг 18, зубчатый сектор 17 и шестерни 19, 25. Эта муфта имеет

электромагнит, включенный в силовую цепь, и вращающийся якорь. При токе в обмотке электромагнита муфты, достигшем 300 А, якорь муфты останавливается и через передачу останавливает движение пускового вала. Тогда пусковые реостаты не выводятся. Ток силовой цепи снижается. Как только он достигает 260 А, якорь муфты свободно поворачивается под действием пружины 20, натянутой при нажатой пусковой педали. Это вызывает вращение вала контроллера, а значит, вновь выводятся степени пускового реостата. Ток силовой цепи увеличивается и процесс повторяется. Для сглаживания рывков и плавного поворота вала контроллера имеется маховик 23. Благодаря втулкам свободного хода, установленным в конических реостатах, маховик может поворачиваться и при остановленном якоре электромагнитной муфты.

Тормозной контроллер 15 имеет вал с кулачковыми шайбами, который поворачивается от тормозной педали через пружину 21, промежуточный вал 22, зубчатый сектор и шестерню.

Реверсивный вал 14 вращается через тягу 26 от рычага, расположенного справа от сиденья водителя. Контроллер имеет блокировочный механизм, состоящий из блокирующего диска и блокирующих рычагов. Также имеется изоляционная панель с конденсаторами помехоподавляющего устройства. К аппаратам косвенной системы управления трамвайных вагонов относят контроллеры KB-34А, KB-42 соответственно вагонов РВЗ-6 и КТМ-5МЗ, ЛМ-68 контроллер водителя вагонов Т-3 и К-2.

Контроллеры KB-34А и KB-42 имеют главный 7 (рис. 144, а) с несъемной рукояткой 4 и реверсивный 5 вал со съемной рукояткой 3. Главный вал контроллера KB-34А имеет девять фиксированных позиций (нулевую и по четыре ходовых и тормозных), а контроллера KB-42 — десять позиций (нулевую, четыре ходовых, пять тормозных). Посредством кулачковых шайб вала включаются и отключаются кулачковые элементы. Реверсивный вал имеет три положения: *Вперед*, *Назад* и *Нулевое*. Блокировочный механизм 6 не позволяет поворачивать главный вал, если реверсивный не установлен в положение *Вперед* или *Назад*. Для переключения цепей управления в контроллере имеется 17 кулачковых элементов 1, 2, один из которых с дугогашением.

Контроллер водителя вагона Т-3 (рис. 144, б) расположен в кабине водителя под пультом и состоит из корпуса 14, пускового 17 и тормозного 16 валов, кулачковых элементов 15, пусковой 8 и тормозной 9 педалей, двух пружин 13. Пусковой вал имеет три кулачковые шайбы и одну упорную 12, во вращение приводится с помощью педали. Поворот вала ограничивается выступами его упорной шайбы. Педаль находится на рычаге 10, который оттягивается пружиной. Ход педали ограничен резиновыми упорами. Шесть кулачковых элементов JK1...JK6 расположены по обеим сторонам пускового вала (по три с каждой стороны)¹. Тормозной

¹ Обозначения кулачковых элементов нанесены в местах подключения проводов.

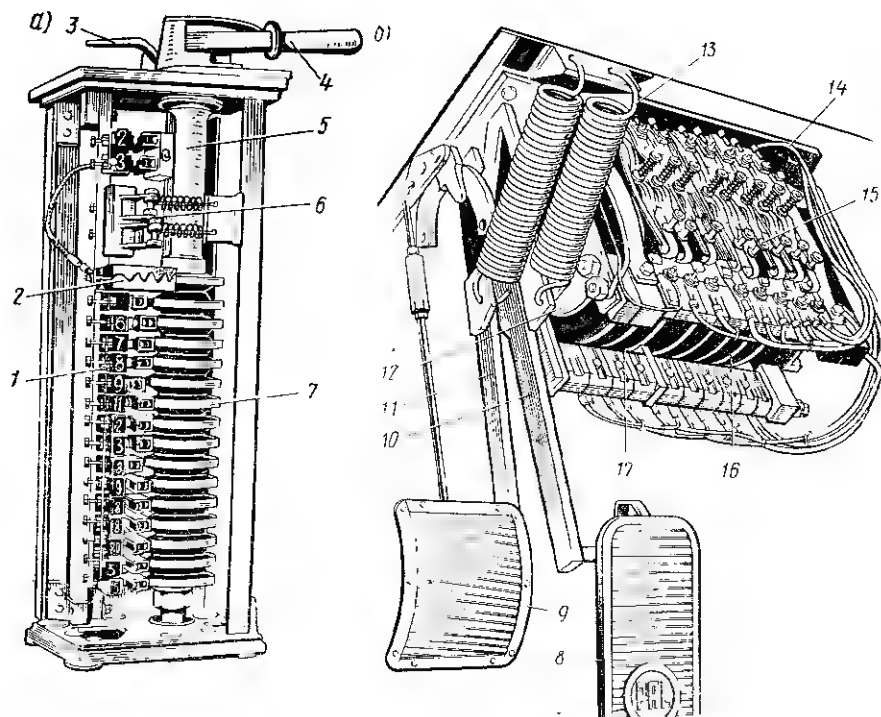


Рис. 144. Контроллеры:
а — КВ-42; б — вагона Т-3

вал с пятью кулачковыми шайбами и одной упорной соединен с рычагом 11, на котором расположена тормозная педаль. Поворот тормозного вала ограничивается выступами упорной шайбы. Тормозная педаль укреплена на рычаге шарнирно и посредством тяги, защелки и храповика может быть зафиксирована в среднем положении, называемом «стояночным». Рычаг тормозной педали оттягивается пружиной подобно рычагу пускового вала. Ход педали ограничен резиновыми упорами. По сторонам тормозного вала расположены десять кулачков элементов ВК1...ВК10 (по пять с каждой стороны). Для торможения вагона нажимают на педаль с упором на верхнюю часть, а для освобождения педали из фиксированного положения (для снятия с защелки) слегка нажимают на нее с упором на нижнюю часть и она плавно устанавливается в верхнее (нулевое) положение.

Реверсивного вала у контроллера нет. Реверсирование трамвайного вагона Т-3 осуществляется посредством переключателя, расположенного вне контроллера. Поскольку на вагоне Т-3 нет механической блокировки между валами контроллера и реверсивным переключателем, переключать реверсивную рукоятку во время движения вагона (как в режиме двигателя, так и генератора) нельзя.

§ 49. Аккумуляторная батарея и статический преобразователь

На современных трамвайных вагонах и троллейбусах преимущественно используют щелочные аккумуляторы. Кислотный аккумулятор имеет большее напряжение ($U_a = 2,4$ В), а значит, кислотная аккумуляторная батарея содержит меньше элементов. Кислотный аккумулятор также имеет больший к. п. д. и меньшую разницу в зарядном и разрядном напряжениях. Однако щелочные аккумуляторы обладают большей надежностью, меньшей чувствительностью к перегрузкам и даже к коротким замыканиям, требуют меньшего ухода и не выделяют вредных испарений. Поэтому они и получили большее распространение на городском электро-транспорте.

Щелочной аккумулятор имеет сварной стальной корпус 2 (рис. 145) прямоугольной формы, положительные и отрицательные пластины 1 с активной массой. Пластины щелочных аккумуляторов представляют собой стальные рамки, в которые помещены пакеты с активной массой. Активной массой положительных пластин является гидрат окиси никеля, смешанный с графитом. Активной массой отрицательных пластин для аккумуляторов кадмиево-никелевых (КН) — смесь кадмия с железом, а для железо-никелевых (ЖН) — химически чистое железо. Отрицательные и положительные пластины в корпусе чередуются. Все положительные пластины соединены между собой и с положительным зажимом 3, а отрицательные пластины друг с другом и с отрицательным зажимом. Для предотвращения замыкания между положительными и отрицательными пластинами установлены сепараторы из стержней эбонита. Для заливки электролита и выхода газов в корпусе имеется отверстие с пробкой 4. В качестве электролита в щелочных аккумуляторах применяют раствор едкого кали с плотностью 1,18...1,21 г/см³. Номинальное напряжение одного аккумулятора 1,2...1,25 В. Емкость аккумулятора (количество электричества, которое можно получить от нормально заряженного аккумулятора) зависит от типа и измеряется в ампер-часах (кулонах).

Однотипные аккумуляторы собирают в батареи для получения необходимого напряжения и емкости.

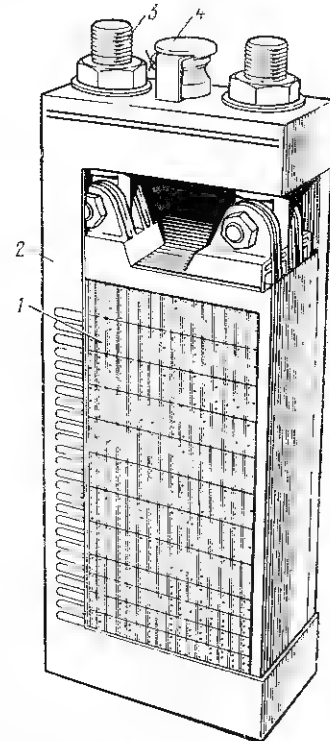


Рис. 145. Щелочной аккумулятор

В эксплуатации подзарядку аккумуляторных батарей производят: на вагонах РВЗ-6 от контактной сети, а на остальных трамвайных вагонах и троллейбусах используют генераторы. Последнее время генераторы успешно заменяются статическими полупроводниковыми преобразователями. Статические преобразователи не имеют вращающихся частей и подвижных контактов, благодаря этому они практически не требуют ухода или ремонта, обеспечивая надежность работы. Для примера рассмотрим схему инвертора, служащего для преобразования постоянного тока в переменный. Инвертор содержит два тиристора $VT1$ и $VT2$ (рис. 146), которые питаются постоянным током через реактор LP . Нагрузка подключена через трансформатор $Tr1$. Поскольку сопротивление реактора и трансформатора для постоянного тока малы, то можно считать, что тиристоры и источник питания E соединены параллельно. Включение тиристоров осуществляется от блока управления AU ; положительные импульсы подаются поочередно на управляющие выводы тиристоров. Если с блока AU будет подан импульс, например на тиристор $VT1$, то ток начнет проходить через открытый тиристор и первичную полуобмотку трансформатора Tr . При этом ток также пройдет и от второй полуобмотки трансформатора к конденсатору, заряжая его, как условно показано на рис. 146 без скобок.

Для вводных и выводных проводов статического преобразователя имеются две рейки с зажимами — высокого и низкого напряжения. С целью предохранения от перегрузки и короткого замыкания предусмотрен предохранитель или автоматический выключатель. Для включения и выключения блока питания используют кнопки, посредством которых включаются контакторы. К зажимам низковольтной рейки подключают потребители переменного тока с напряжением 220 В и постоянного 28 В.

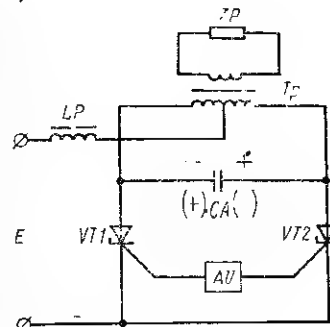


Рис. 146. Схема инвертора

§ 50. Реле и прочее низковольтное оборудование

Общие сведения. Реле — это аппарат, предназначенный для замыкания или размыкания электрических цепей при определенных условиях, например при изменении каких-либо величин, характеризующих работу электродвигателей или аппаратов.

Наибольшее применение на трамвайных вагонах и троллейбу-
сах получили электромагнитные реле. Такое реле имеет следую-
щие основные части: магнитную систему, состоящую из сердечни-
ка 2 (рис. 147), ярма 4 и якоря 3, катушку 1, подвижные 6 и
неподвижные 7 контакты, выключающую 8 и притирающую 5
пружины, входные и выходные зажимы 9 и 10. При протекании
тока через обмотку катушки 1 сердечник намагничивается и при-
тягивает якорь, который приводит в действие подвижные кон-
такты. В зависимости от назначения контакты могут при этом

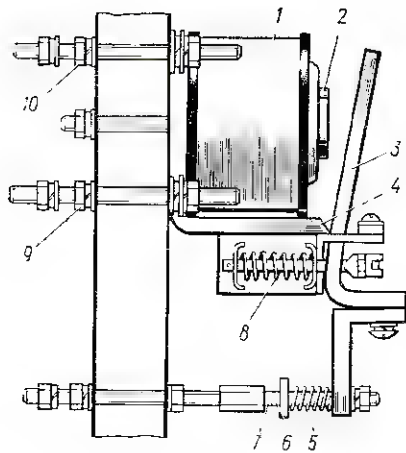


Рис. 147. Реле перегрузки

замыкаться или размыкаться. Реле не имеет дугогасительного устройства, так как токи, проходящие через его контакты, невелики и обычно низкого напряжения. Если разомкнуть цепь обмотки реле, то под действием выключающей пружины 8 якорь отпадает от сердечника, приводя в действие подвижные контакты.

На трамвайных вагонах и троллейбусах отечественного производства применяют различные по назначению и конструкции реле.

Реле перегрузки (РМ-3001 и РЭВ-571). Они предназначены

для защиты цепей тяговых двигателей трамвайных вагонов РВЗ-6, КТМ-5МЗ, ЛМ-68 и троллейбусов ЗИУ-5, ЗИУ-682Б. Токовая катушка 1, находящаяся на сердечнике 2 с ярмом 4 (см. рис. 147), включается через зажимы 9, 10 в цепь якоря тягового двигателя (на трамваях — в цепь группы тяговых двигателей). Размыкающиеся блокировочные контакты 6, 7 механически связаны с якорем 3, имеют притирающую пружину 5 и включены в цепь подъемных катушек линейных контакторов. На трамвайных вагонах установлено два спаренных реле перегрузки (каждое на одну группу тяговых двигателей), а для возврата якорей в рабочее положение после отключения реле предусмотрено реле возврата РМ-3000Е. Реле перегрузки регулируют на ток срабатывания 450 А для троллейбуса и 400 А для трамвая.

Реле минимального тока РЭВ-830, Р-3100. Они служат для защиты независимой обмотки тягового двигателя от перегрева при переходе с электрического торможения на пневматическое. Реле Р-3100 имеет Г-образной формы ярмо, сердечник с втягивающей катушкой. Якорь реле оттягивается пружиной, натяжение которой регулируют гайкой. Реле имеет два замыкающих контакта. При электрическом торможении через обмотку реле протекает ток, достаточный для притяжения якоря. Через включенные контакты реле включена обмотка контактора Ш2. При включенном контакторе Ш2 замыкаются секции реостатов и ток независимой обмотки тягового двигателя увеличивается, что необходимо для поддержания на требуемом уровне тормозного тока. При скорости троллейбуса ниже 7...5 км/ч электрическое торможение неэффективно, ток силовой цепи снижается и контакты реле минимального тока размыкаются. Прекращается ток, протекающий через катушку контактора Ш2, и контактор Ш2 выключается. В результате в цепь независимой обмотки тягового двигателя вводится резистор, что

уменьшает ток до значения, соответствующего продолжительному режиму обмотки.

Нулевое реле. Это реле служит для отключения тягового двигателя при существенном понижении напряжения контактной сети или при его исчезновении. В качестве нулевого реле используют реле Р-3000, РЭВ 827 или РЭВ-821. Реле Р-3000 по устройству аналогично реле Р-3100, но имеет другие размеры ярма и сердечника, и один замыкающий и один размыкающий контакты. При снижении напряжения контактной сети до 380 В и ниже реле срабатывает, отключаются его контакты в цепи обмоток контакторов ЛК-1, ЛК-2 и Р и силовая цепь размыкается. Замыкающий контакт нулевого реле включается, создав цепь звонка отрыва токоприемника, который сигнализирует о снижении или исчезновении напряжения контактной сети. После этого повторное включение тягового двигателя возможно только при условии восстановления нормального напряжения на токоприемнике и при возвращении вала реостатного контроллера на первую позицию. Такая защита с помощью нулевого реле предусмотрена из-за того, что при пониженном напряжении контактной сети резко снижается частота вращения якоря тягового двигателя. Если же напряжение после такого понижения снова станет номинальным, то возникнет недопустимый бросок тока и резкий рывок троллейбуса, что может вызвать неисправности тягового двигателя и силовой передачи троллейбуса.

Реле ускорения и торможения РУТ. Это реле служит для управления работой серводвигателя трамвая или троллейбуса. Принцип работы реле ускорения и торможения на трамвае и на троллейбусе одинаков, но в связи с особенностями электрооборудования работа этих реле на трамвае и троллейбусе имеет некоторые отличия.

Рассмотрим работу реле применительно к троллейбусу. Реле имеет последовательную обмотку РУ1, регулировочную РУ2 и одну подъемную РУЗ (рис. 148, а). Якорь 1 реле оттягивается пружиной 4, натяжение которой можно изменять регулировочным

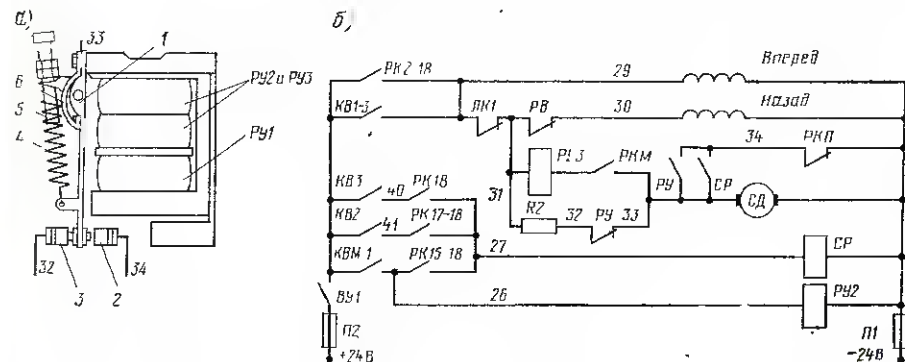


Рис. 148. Устройство (а) и схема подключения (б) реле ускорения

винтом 5. Реле имеет один замыкающий 2 и один размыкающий 3 контакты, подвижные части которых припаяны непосредственно к якорю и соединены с зажимами через гибкий медный провод 6. Концы силовой и низковольтных обмоток выведены на зажимы. Последовательная силовая обмотка *PY1* создает основной магнитный поток. Эта обмотка включена последовательно в цепь тягового двигателя и ее магнитный поток зависит от тока двигателя (тока силовой цепи). Регулировочная обмотка *PY2* (рис. 148, б) подключается через контроллер водителя только на маневровом и первом ходовом положениях педали контроллера хода через контактор *КВМ-1*. Подъемная обмотка *PY3* включается контактами *РКМ* реостатного контроллера. Эти обмотки создают дополнительный магнитный поток, который складывается с основным. Поэтому при токе в регулировочной и подъемной обмотках для притяжения якоря («срабатывания») реле потребуются меньший основной поток или меньший ток силовой цепи, чем повышается чувствительность реле.

Якорь серводвигателя получает питание через размыкающие контакты *PY* (провод 32—33). Поэтому при малом токе силовой цепи, когда якорь реле не притянут к сердечнику и контакты *PY* (провода 32 и 33) замкнуты, серводвигатель работает и его вал через шестерню вращает вал реостатного контроллера, уменьшая сопротивление реостатов в силовой цепи. Ток силовой цепи растет. С увеличением тока, когда он достигнет установки реле (300...310 А) и якорь реле притянется, размыкающие контакты *PY* (провода 32 и 33) отключат питание вала серводвигателя, а замыкающие *PY* (провода 33 и 34) создадут тормозную цепь. Вследствие этого вал серводвигателя быстро останавливается, а следовательно, остановится вал реостатного контроллера и секции реостата выводиться не будут.

Реостатный контроллер останавливается только на позициях, когда включены контакты *РКП*. Когда значение тока силовой цепи станет меньше тока установки реле (250...260 А), его якорь отпадет и размыкающие контакты *PY* (провода 32 и 33) вновь включат питание серводвигателя. Процессы повторяются. Таким образом, в силовой цепи при разгоне троллейбуса под контролем реле ускорения поддерживается ток в определенных значениях. Среднее значение тока силовой цепи поддерживается постоянным и поэтому часто говорят, что реле ускорения поддерживает неизменным ток во время разгона тяговых двигателей. При электрическом торможении это же реле поддерживает в силовой цепи неизменным тормозной ток. Обмотка стоп-реле *СР* включается в зависимости от позиции контроллера водителя на 15, 17 или 18-й позиции реостатного контроллера.

Реле времени Р 3100, РЭВ-816, РЭВ 811. Реле изготавливают с магнитным демпфером, что позволяет получить выдержку времени, начиная от момента включения обмотки до момента замыкания его контактов или от момента выключения обмотки до момента размыкания контактов. В зависимости от назначения цепи вы-

держку времени регулируют от 0,3 до 1,5 с. Магнитный демпфер представляет собой медный проводник, выполненный в виде цилиндра и насаженный на сердечник реле. Выдержка времени получается из-за возникновения тока в медном проводнике при включении или выключении обмотки реле. Этот ток препятствует быстрому изменению магнитного потока в сердечнике реле. Поэтому якорь реле притягивается к сердечнику (или отпадает от него) с запазданием по сравнению с моментом включения (или выключения) тока в обмотке. Регулирование времени выдержки достигается сменой немагнитных прокладок между сердечником и якорем и изменением натяжения выключающей пружины.

В цепях управления современными трамвайными вагонами и троллейбусами отечественного производства используют различные реле: стоп-реле *СР* для отключения и торможения серводвигателя на различных позициях реостатного контроллера (с целью регулирования скорости движения), реле хода — для включения линейных контакторов на маневровой позиции контроллера водителя, реле экстренной остановки *РС-1*, включаемое при отпуске педали безопасности, реверсивное реле *РР* для изменения направления тока в подмагничивающей катушке реле ускорения *PYT* — для согласованного действия ее с другими катушками при пуске и торможении, промежуточные реле — для своевременного включения рельсового тормоза и отключения тормозного контактора, реле обмотки возбуждения серводвигателя *РОВ*, включающегося при повороте вала реостатного контроллера в исходное положение, после установки контроллера водителя на нулевую позицию для возможности включения линейных или тормозных контакторов.

Электромагнитные реле вагонов Т-3. На этих вагонах установлены реле: безопасности *РА-448*; блокировки тормозов *РА 221/0*; привода дверного механизма *RD-11*; промежуточные сигналов поворота; дифференциальные *RE-22*.

Реле безопасности служит для отключения силовой цепи и включения механических и электромагнитных рельсовых тормозов, если водителем отпущена педаль безопасности, которую он должен держать нажатой все время при работе вагона. Реле безопасности также срабатывает и при разрыве поезда, работающего по системе многих единиц.

Реле блокировки тормозов обеспечивает автоматическое включение механического тормоза при малой скорости вагона, когда электрический тормоз малоэффективен, и в случае неисправности электрического тормоза.

Дифференциальное реле снабжено двумя одинаковыми обмотками, расположенными на одном сердечнике. Каждая из обмоток включается в одну из групп тяговых двигателей. Магнитные потоки обмоток действуют встречно и при одинаковых токах в них сердечник не намагничен. Если в одной из групп двигателей будет обрыв или замыкание, то токи окажутся различными. Сердечник реле намагнитится и реле сработает, отключая линейный контактор. Технические данные реле приведены в табл. 7.

Таблица 7

Тип реле	Раствор контактов, мм	Провал контактов, мм	Нажатие конечное, Н
РЭВ-571	3,5...4	1,5	1,0
РЭВ-816	2,5	1,5	1,0
РЭВ-827	2,5	1,5	1,0
РЭВ-830	2,5	1,5	1,0
Р-52Б	3...4	—	0,8
Р-53А	3...4	—	0,8
РМ-3000	5...8	2...3	2,2...3,0
РМ-3100	5...8	2...3	2,2...3,0
РЭВ-811	3...4	3	0,7...1,2

Вибрационные реле. Они являются разновидностью электромагнитных и название свое получили из-за частых колебаний их якорей при работе. На вагоне Т-3 применены два вибрационных реле — ограничительное и реле-регулятор напряжения, на отечественных трамвайных вагонах и троллейбусах — реле-регуляторы.

Ограничительное реле служит для управления работой двигателя ускорителя. На текстолитовой панели 1 (рис. 149) расположен стальной П-образный сердечник электромагнита 2 с четырьмя обмотками: силовая *OR*, представляющая собой два витка из толстой медной шины, включенные последовательно в цепь обмоток тяговых двигателей; регулировочная *RC*, подключенная к цепи низкого напряжения подготовки *CP* (включается в силовую цепь во время торможения или выбега вагона); прерывающая *PC*, подключенная последовательно с подвижным контактом в цепь управления. К якорю 3 крепят текстолитовую пластинку 4, на которой прикреплен подвижной угольный контакт 6. Под действием пружины 9 контакт соединяется с неподвижным серебряным контактом 8. По другую сторону угольного контакта расположен второй серебряный неподвижный контакт 5. Подвижной контакт медным проводом 7 подключен к цепи.

Силовая или главная обмотка создает основной магнитный поток, под действием которого якорь притягивается к сердечнику. Если другие обмотки обесточены, якорь притянется при токе в цепи тяговых двигателей 480...500 А. Регулировочная обмотка создает дополнительный магнитный поток, действующий согласно с основным. Если через регулировочную обмотку протекает ток, то якорь реле притянется при меньшем токе силовой цепи тяговых двигателей. Следовательно, подавая на регулировочную обмотку различное напряжение от делителя напряжения (потенциометра) 24, 16, 12, 8 В, будем изменять уставку реле. Напряжение на регулировочную обмотку подается через контроллер и зависит от степени нажатия на педаль водителем.

Обмотка подготовки служит для создания дополнительного магнитного потока в режиме выбега, когда необходимо уменьшить

ток уставки ограничительного реле до 30...60 А. Небольшой магнитный поток обмотка создает в режиме торможения.

Прерывающая обмотка позволяет увеличить чувствительность реле. Она создает дополнительный магнитный поток при относительно большом воздушном зазоре между сердечником и якорем реле. При малом зазоре обмотка отключена. Благодаря этому уменьшается разница токов, при которых притягивается и отпадает якорь реле.

Под действием магнитного потока прерывающей обмотки якорь притягивается быстрее, что увеличивает частоту колебаний якоря. Поэтому часто прерывающую обмотку характеризуют как ускоряющую. Когда подвижной контакт 6 соединен с неподвижным 8, замыкается цепь тока низкого напряжения обмотки якоря двигателя ускорителя, который поворачивает крестовину ускорителя в направлении, соответствующем выведению секций реостата. При этом ток в силовой цепи тяговых двигателей и в обмотке реле *OR* растет. Когда ток станет равным уставке реле, якорь ограничительного реле притянется, растянув пружину, и контакты разомкнутся. Питание двигателя ускорителя прекратится, и он остановится. Крестовина ускорителя задержится на промежуточной позиции и выведение реостатов приостановится. Ток силовой цепи начнет убывать. Как только он станет меньше уставки реле, под действием пружины контакты вновь замкнутся. Вновь начнет работу двигатель ускорителя и будут выводиться секции реостата.

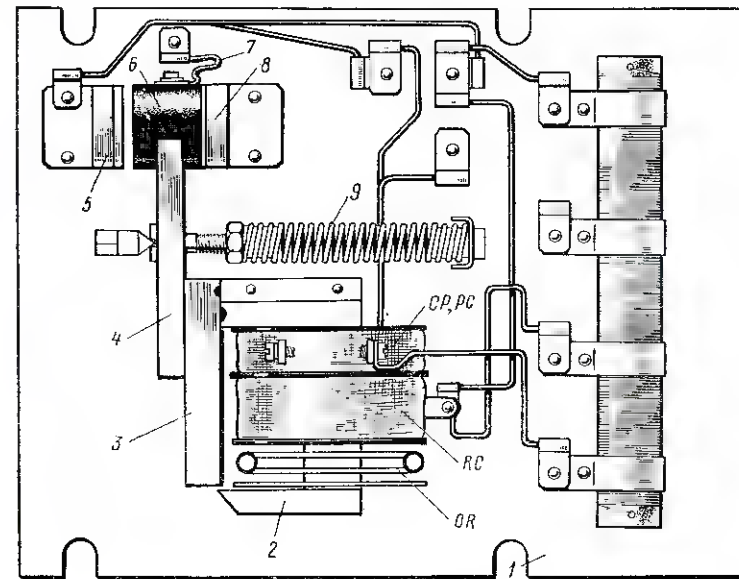


Рис. 149. Ограничительное реле

Описанные процессы происходят очень быстро — якорь реле вибрирует. Поэтому можно считать, что с помощью ограничительного реле, действующего через двигатель ускорителя на выведение секций реостата, в силовой цепи во время пуска или торможения поддерживается неизменный ток, равный уставке реле.

При выбеге с ускорением (например, при движении вагона без тока и без подтормаживания под уклон, когда скорость движения вагона возрастает) или при частичном отпуске педали, ток силовой цепи может оказаться больше уставки реле. Тогда якорь притягивается сильнее и подвижной контакт 6 соединится с контактом 5. Это изменит направление вращения якоря двигателя ускорителя. Тогда крестовина будет поворачиваться в направлении, соответствующем введению секций реостата до тех пор, пока ток силовой цепи не станет равным уставке реле. Следовательно, и в этом случае ток силовой цепи поддерживается неизменным и равным уставке реле.

Уставку ограничительного реле до 460...480 А регулируют изменением натяжения регулировочной пружины. Делают это, «пробуя» вагон при заторможенных барабанных тормозах, для чего вынимают предохранитель на 40 А. После окончания регулировки максимального тока подобным образом, но изменяя сопротивление резистора в цепи регулировочной обмотки и нажимая пусковую педаль лишь до первой позиции, добиваются минимального пускового тока 220...230 А.

Реле-регулятор напряжения вагона Т-3 по своей конструкции сходен с ограничительным реле. Он служит для поддержания постоянного напряжения на выходе генератора. На текстолитовой панели 1 (рис. 150, а) расположен стальной П-образный сердечник 2 электромагнита. На сердечнике находятся две обмотки 3; *CRP* — подключенная параллельно выходу генератора и *CRP* — включенная последовательно с наиболее мощными потребителями тока низкого напряжения. Подвижная часть реле состоит из стального якоря 4, к которому крепится текстолитовая пластинка 5 с находящимся на ней подвижным угольным контактом 7. По обе стороны от угольного контакта имеются неподвижные серебряные контакты 6 и 9. Регулировочная пружина 10 воздействует на якорь так, что подвижной контакт 7 соединяется с неподвижным 9. Когда якорь под действием тока в обмотках притягивается к сердечнику, контакт отходит от неподвижного контакта, а при значительном токе соединяется со вторым неподвижным контактом 6. Для подачи тока к подвижному контакту служит гибкий медный провод 8. Если на зажимах генератора напряжение ниже номинального, то магнитное поле обмоток увеличивается и регулировочная пружина удерживает замкнутыми контакты. В цепи обмотки генератора резисторов нет и возбуждение ее максимально. Напряжение на зажимах генератора и магнитное поле регулятора возрастают. Как только напряжение генератора достигает установленного значения, магнитное поле обмоток

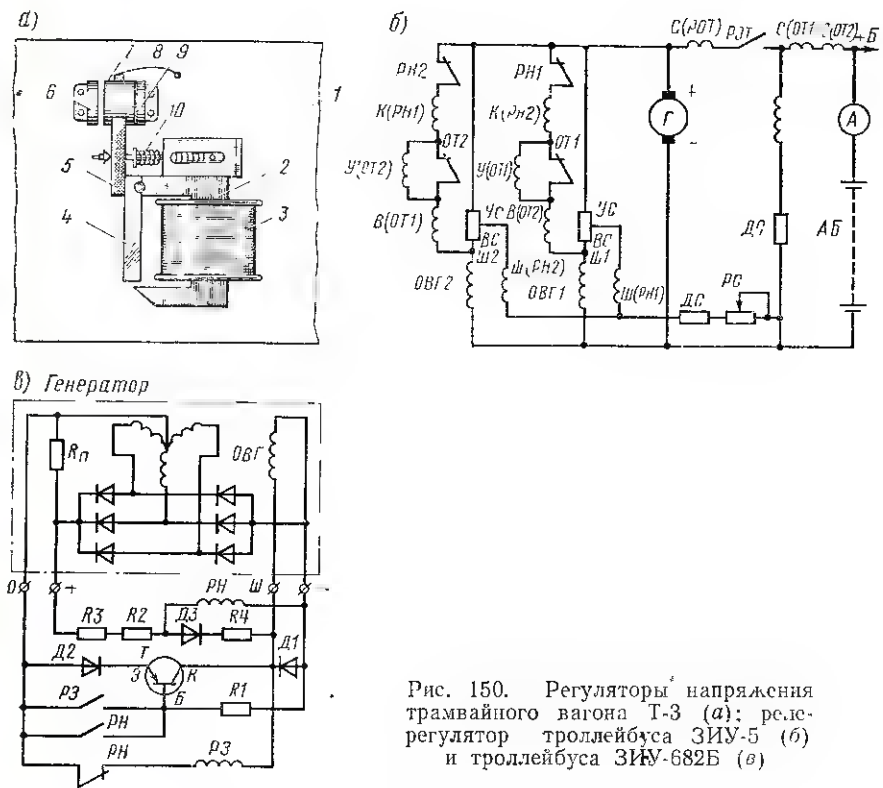


Рис. 150. Регуляторы напряжения трамвайного вагона Т-3 (а); реле-регулятор троллейбуса ЗИУ-5 (б) и троллейбуса ЗИУ-682Б (в)

регулятора создает усилие притяжения якоря, достаточное для преодоления натяжения пружины. Якорь притягивается и контакты размыкаются. Замыкается цепь тока через обмотку возбуждения генератора и резистор; напряжение на зажимах генератора понижается. Если напряжение повысится недостаточно, то под действием магнитного поля обмоток регулятора якорь притянется полностью и угольный контакт замкнется со вторым серебряным контактом, подключив параллельно обмотке генератора резистор; напряжение генератора понизится в большей мере.

Рассмотренные процессы происходят очень быстро. Якорь регулятора постоянно вибрирует и напряжение на зажимах генератора поддерживается неизменным, независимо от напряжения контактной сети (от которой зависит частота вращения якоря генератора) и от нагрузки генератора.

Реле-регулятор РРТ-32 (рис. 150, б), установленный на троллейбусах ЗИУ-5, используется для регулирования напряжения генератора и предохранителя аккумуляторной батареи от разрядки. Он состоит из реле обратного тока *РОТ*, двух ограничителей тока *ОТ1* и *ОТ2* и двух регуляторов напряжения *РН1* и *РН2*. Реле обратного тока *РОТ* служит для подключения генера-

тора на подзарядку аккумуляторной батареи при напряжении 25...27 В и отключения его при пониженном напряжении, чтобы аккумуляторная батарея не разряжалась. Когда при включении генератора частота вращения его якоря мала, он не развивает достаточного напряжения. По параллельной обмотке реле Ш (*Р0Т*) проходит ток, недостаточный для притяжения якоря, и контакты *Р0Т*, соединяющие генератор с батареей, разомкнуты. При увеличении частоты вращения якоря напряжение генератора повышается и при достижении 25 В контакты замыкаются. Генератор подзаряжает батарею. Если во время работы напряжение понизится, то ток меняет направление, так как вместо подзаряда батарея разряжается. Магнитный поток последовательной обмотки *С(Р0Т)*, которая находится на одном сердечнике с параллельной, меняет направление, стараясь размагнитить сердечник. Якорь отпадает и контакты *Р0Т* размыкаются. Поэтому батарея не сможет разряжаться через обмотку генератора, на зажимах которого напряжение мало.

Подобным образом действует и ограничитель тока. В случае когда ток нагрузки достигает 52...59 А, якорь реле притягивается и размыкает контакты *ОТ1* или *ОТ2*, включив резисторы *УС* и *ВС* в цепь обмоток возбуждения генератора *ОВГ1* и *ОВГ2*. Магнитный поток, а значит, и напряжение генератора уменьшится, уменьшая при этом и ток нагрузки.

Если напряжение генератора не превышает 27...29 В, то контакты *РН1* и *РН2* замкнуты и ток проходит непосредственно через обмотки возбуждения генератора *ОВГ1* и *ОВГ2*. Если напряжение на зажимах повышается, то якорь притягивается, контакты реле *РН1* и *РН2* размыкаются и в цепь обмоток возбуждения генераторов включаются резисторы *УС* и *ВС*. Ток обмоток возбуждения уменьшается и напряжение генератора понижается. По такому же принципу работают и реле-регуляторы генераторов РРТ31 и РРГ-24М, применяемые на трамвайных вагонах.

Реле-регулятор РР-363 поддерживает автоматически напряжение на зажимах генератора Г-263А и защищает от последствий короткого замыкания зажима Ш на корпус транзистора Т. Генератор Г-263А имеет вывод нулевой точки О от трехфазной обмотки статора (генератор Г-263 такого вывода не имеет). Реле-регулятор имеет два электромагнитных реле: регулятор напряжения РН (рис. 150, в) и реле защиты РЗ, основной регулирующий аппарат (транзистор Т, диод обратной связи Д1 и гасящий диод Д2). Размыкающий контакт реле РН включен в цепь обмотки реле РЗ, а замыкающий контакт РН включен параллельно контакту РЗ между положительным зажимом генератора и базой Б транзистора Т. В начальный момент включения генератора его напряжение мало. К базе Б транзистора Т приложен отрицательный потенциал по отношению к эмиттеру Э (от зажима — через резистор Р1 на базу Б). В этом случае транзистор Т открыт. На обмотку возбуждения генератора *ОВГ* от зажима «плюс» цепь тока проходит через резистор подпитки *Рн*, зажим О, диод

Д2, переход Э—К транзистора Т, зажим Ш, обмотку *ОВГ*, зажим «минус» генератора. Частота вращения ротора и ток обмотки возбуждения увеличиваются, напряжение на выходе генератора растет. При достижении напряжения генератора 28 В ток в обмотке РН, протекающий по цепи: зажим «плюс», РЗ, Р2, обмотка РН, зажим «минус» создаст магнитный поток, достаточный для притяжения якоря реле РН. Включаются контакты РН и по цепи от зажима «плюс», *Рн*, О, контакты РН на базу Б подается положительный потенциал по отношению к эмиттеру Э. Транзистор Т закрывается и отключается питание обмотки *ОВГ*. Возбуждение генератора и напряжение на его зажимах снижается. Отключится под действием пружины контакт реле РН. Процесс начнется сначала и будет повторяться. Частота колебаний якоря РН увеличивается благодаря току ускоряющей цепочки ДЗ, Р4 и достигает 25...30 колебаний в секунду. В результате на зажимах генератора поддерживается среднее значение в пределах 26,5...28 В.

Благодаря диоду Д2 на базе транзистора и в момент его записания создается положительное смещение. Диод Д1 является разрядным для токов, возникших в обмотке *ОВГ*.

Катушка РЗ шунтирована цепью: диод Д2, транзистор Т. Но если зажим Ш замкнут на корпус, то возбуждение ослабляется и резко уменьшится напряжение генератора. Тогда якорь реле РН отпадает и контакты реле РН в цепи обмотки РЗ включаются. Обмотка РЗ получает питание. Реле срабатывает. Через контакт РЗ подается положительный потенциал на базу Б транзистора Т. Транзистор запирается, что предохраняет его от выхода из строя.

Электрический привод дверей и стеклоочистители. Троллейбусы типа ЗИУ-5, ЗИУ-682Б и трамвайные вагоны типа КТМ-5МЗ в качестве привода дверей имеют электродвигатель, переделанный из низковольтного генератора Г-108Г, мощностью 400 Вт и частотой вращения 1250 об/мин. Включается он специальным реле. Управление осуществляется водителем из кабины. Для аварийного открывания дверей устанавливаются еще выключатель на кожухе дверного механизма над дверью. Для ограничения вращения двигателя в конечных положениях (т. е. при полностью открытой и полностью закрытой двери) цепь привода двери отключается концевым выключателем. На вагонах Т-3 открывание и закрывание дверей выполняется электродвигателем (24 В, 185 Вт, 1750 об/мин). Принципиального различия в работе привода дверного механизма и описанных приводов нет. Следует обратить внимание, что трамвайные вагоны могут работать по системе многих единиц. В этом случае механизмы приводов дверей всего поезда управляет водитель из кабины первого вагона. Если водителю необходимо выйти из вагона не на остановочном пункте, предусмотрена возможность открыть только первую дверь поезда. На трамвайных вагонах РВЗ-6, ЛМ-68 двери открываются пневматическим приводом, но воздух к приводам

подается через электропневматические вентили. Вентили действуют от выключателей, находящихся в кабине водителя.

На большинстве современных вагонов и троллейбусов стеклоочистители приводятся в действие электродвигателями низкого напряжения. Приводом стеклоочистителей СЛ-123 и СЛ-124 на троллейбусе ЗИУ-682Б служит электродвигатель МЭ-221Б. Он обеспечивает работу стеклоочистителя по обильно смоченному стеклу на первой и второй скорости. Для изменения скорости в цепь обмотки независимого возбуждения включается резистор с сопротивлением 25 Ом. Электродвигатель смонтирован вместе с редуктором. На троллейбусах ЗИУ-5 применен электродвигатель стеклоочистителя МЭ-5Д и стеклоочистители СЛ-101Б и СЛ-102Б. Вал якоря электродвигателя шарнирно соединен с червяком редуктора. На валу шестерни редуктора жестко укреплен кривошип. Движение от кривошипа к поводку щетки передается через рычаги и валик. Ход рычага ограничен резиновыми упорами. На вагонах Т-3 привод стеклоочистителя состоит из электродвигателя РАЛ производства ЧССР, редуктора, щетки и гибкого вала. Червяк редуктора получает вращение от электродвигателя через гибкий вал. От червяка вращение передается шестерне, на которой шарнирно крепится поводок, передающий движение кривошипу оси щетки. При этом вращательное движение преобразуется в возвратно-вращательное. Угол поворота оси составляет 90°.

Световые приборы освещения и сигнализации напряжением до 50 В. На троллейбусах освещение салона, кабины и подиожек осуществляется лампами накаливания низкого напряжения. К этой же группе приборов относятся фары, маршрутные фонари, габаритные фонари, стоп-сигналы, указатели поворотов (передние, боковые и задние). Для освещения на троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б использованы лампы СМ-23 мощностью 20 Вт, напряжением 28 В. Освещенность салона троллейбуса ЗИУ-5 при всех включенных десяти плафонах, каждый с двумя лампами, на уровне 1 м от пола составляет около 25 лк, а салона троллейбуса ЗИУ-682Б (12 плафонов с тремя лампами каждый) — около 75 лк.

В других цепях используют лампы на напряжение 28, 26, 24 и 12 В, мощностью 10, 5, 1 Вт. На трамвайных вагонах РВЗ-6 применяют лампы на 50, 28 и 55 В, мощностью 60, 32 и 1 Вт, на вагонах КТМ-5МЗ и Т-3 — лампы на напряжение 24, 26 и 28 В, мощностью 20, 15, 5, 3 и 1 Вт.

Для получения мигающего света ламп используют реле-прерыватели. По типам они могут отличаться, но принцип действия всех реле-прерывателей одинаков. На троллейбусах ЗИУ-5 установлено реле РС-57, на троллейбусах ЗИУ-682Б, вагонах РВЗ-6, КТМ-5МЗ, ЛМ-68 применено реле РС-401. Это реле устроено следующим образом: на подставке укреплены кронштейн с сердечником, два подвижных якоря с припаянными к ним серебряными контактами. Неподвижные контакты крепят на держателях. Контакты в обесточенном для реле состоянии разомкнуты, так как

на них действует усилие натянутой струны, нижний конец которой пропущен через отверстие в стеклянной бусине и припаян. Бусина изолирует струну от кронштейна. Контакты включены в цепь сигнальных ламп. Параллельно контактам прерывателя включен резистор, изготовленный из нихромовой проволоки. При включении сигналов поворота ток проходит через обмотку реле, резистор, якорь, сердечник, кронштейн и поступает на выходной зажим. При этом лампы сигнала поворота горят слабым светом. Струна же нагревается и удлиняется, благодаря чему якорь притягивается к сердечнику. Тогда контакты замыкаются, создавая цепь, минуя резистор и струну. Ток в сигнальных лампах увеличивается, и накал их нитей становится ярким. Увеличение тока, который проходит и через обмотку электромагнита, вызывает увеличение магнитного поля сердечника. Якорь притягивается и включаются контакты, через которые проходит ток на контрольную лампу. Но поскольку ток при замкнутых контактах через струну не проходит, струна остывает, уменьшаясь по длине, и снова размыкает контакты. В цепи сигнальных ламп вновь оказывается включенным резистор и уменьшается ток в лампах и обмотке. Накал сигнальных ламп уменьшается, а сердечник, магнитное поле которого уменьшается, отпускает якорь, находящийся под действием бронзовой пружинящей пластины. Контакты контрольной лампы размыкаются. При работе прерывателя происходит прерывистое включение ламп сигнализации поворота.

Последнее время применяют также прерыватели, в которых используются полупроводниковые приборы.

§ 51. Вспомогательное электрическое оборудование

Высоковольтное освещение салонов трамвайных вагонов. На трамвайных вагонах МТВ-82 и КТМ-5МЗ для высоковольтного освещения салона применяют лампы на напряжение 120 В, мощностью 60 Вт. Они включены в группы последовательно по пять ламп на вагонах МТВ-82 и по шесть — на вагонах КТМ-5МЗ. Вагон МТВ-82 имеет три таких группы освещения, а КТМ-5МЗ — шесть групп. Вагоны РВЗ-6 и ЛМ-68 оборудованы самозагорающимися лампами на напряжение 60 В, мощностью 65 Вт. Они соединены в последовательные группы по 12 ламп в каждой (на вагоне ЛМ-68) или по 13 ламп (на вагоне РВЗ-6).

На вагонах Т-3 для освещения салона используют люминесцентные лампы. Для включения этих ламп в холодное время предусмотрен их дополнительный подогрев нагревательными элементами, встроенными в плафоны. При низких отрицательных значениях температуры, когда при включении лампы не загораются, переключатель освещения устанавливают в положение «Подогрев». Напряжение при этом подается на резисторы, расположенные внутри плафонов. Внутреннее пространство плафонов нагревается. После прогрева, когда температура будет достаточ-

ной для зажигания, переключатель переводят в положение «Освещение». На вагоне имеется шесть групп люминесцентных ламп (каждая на 220 В, 25 Вт), соединенных последовательно по две. Все они выключаются общим переключателем, которым можно переключать полярность. Изменять полярность необходимо, так как для питания используется постоянный ток от контактной сети. Обычно же люминесцентные лампы работают от переменного тока промышленной частоты. Если же полярность не менять, то люминесцентные лампы сначала начинают светиться неполностью, оставаясь темными с одного конца, а затем вообще не работают. Практически на вагонах Т-3 переключать полярность необходимо не реже, чем через каждый час работы освещения. Для обеспечения нормальной работы ламп и возможности контроля обычно полярность переключают на конечных станциях (если время движения по маршруту в один конец не более 1 ч). Более частые переключения полярности для люминесцентных ламп безвредны.

Лампы люминесцентного освещения также применены на троллейбусах 9Тр (две группы по три включенных последовательно лампы на 120 В, 20 Вт каждая).

Обогрев кабины и салона. На троллейбусах ЗИУ-5 кабина водителя обогревается электропечью с нагревательными элементами. Нагревательный элемент состоит из тонкостенной стальной трубки, внутри которой имеется нихромовая спираль, изолированная от трубки заполнителем из порошка окиси магния. На концах трубок имеются изоляторы и контакты. Электрическая печь установлена на перегородке кабины за сиденьем водителя. Мощность печи 1,5 кВт, номинальное напряжение 600 В. Кожух печи изготовлен из стального листа. Нагревательные элементы соединены последовательно и установлены внутри кожуха на изоляторах.

Обогрев стекол кабины осуществляется трубчатыми стеклообогревателями. Нагревательный элемент стеклообогревателя имеет аналогичную конструкцию, но отличается от нагревательного элемента электропечи длиной и изогнутой по контуру нижней части лобового стекла формой. Установлены стеклообогреватели на изоляционных крошечках.

На троллейбусе ЗИУ-622Б кабина, лобовые и боковые стекла кабины обогреваются воздухом, поступающим от вентиляторов и проходящим через электропечь, содержащую 10 нагревательных элементов. Общая мощность печи 3,6 кВт. Водитель рычагами может переводить заслонки и направлять воздух для подогрева стекол в кабине и к ногам водителя. Обогрев салона производится воздухом, нагретым пусковыми реостатами (он подается вентилятором), а в холодное время еще и электропечью, содержащей также 10 нагревательных элементов и имеющей мощность 3,6 кВт. Печь установлена под кузовом. Ее можно включить только после включения вспомогательного двигателя, так как без обдува воздухом печь быстро перегревается и выходит из строя.

На троллейбусах 9Тр в зависимости от необходимой интенсивности обогрева можно изменять температуру воздуха, идущее

от вентиляторов через воздушный канал с нагревательными элементами и пуско-тормозными реостатами. Приводом вентилятора служит двигатель мощностью 60 Вт. Если необходимо подогреть воздух немного, то пользуются только подогревом от пуско-тормозных реостатов. При низкой температуре дополнительно включаются и нагревательные элементы. Всего нагревательных элементов — 14, общая их мощность — 13,1 кВт. Место водителя обогревается отдельными нагревательными элементами, включаемыми водителем выключателем. Обогрев стекол кабины осуществляется нагревательными элементами, соединенными в две группы (1,2 и 1,8 кВт). В первую из групп включен двигатель вентилятора стеклообогревателя мощностью 50 Вт. Нагревательные элементы и вентиляторы с электродвигателями находятся за панелью в кабине. Подача воздуха для обогрева места водителя регулируется дроссельной заслонкой.

Спидометр. Для наблюдения за скоростью движения и учета пройденных километров на троллейбусах и на большинстве современных трамвайных вагонов применяют спидометры. Спидометр имеет датчик, расположенный на редукторе трамвайного вагона или на переднем правом колесе троллейбуса, и приемник, находящийся на пульте водителя. Датчик преобразует постоянный ток в переменный (в пульсирующий трехфазный). Напряжение 24 В подается на кольца коллектора датчика через щетки. При вращении якоря кольца попеременно соединяются с тремя токосъемными щетками. Щетки расположены под углом 120°. Со щеток трехфазный пульсирующий ток подается на приемник. Частота пульсирования тока пропорциональна частоте вращения якоря датчика. Приемник представляет собой небольшой, трехфазный синхронный электродвигатель с вращающимся двухполюсным постоянным магнитом, являющимся ротором. Статор приемника имеет трехфазную обмотку с тремя полюсами, укрепленными внутри корпуса. На конце вала ротора, вне статора, нарезан червяк привода счетного узла указателя спидометра. При вращении приводного вала указателя спидометра происходит механическое отклонение стрелки — тем большее, чем больше скорость вагона или троллейбуса. Скорость движения показывает стрелка по шкале прибора. Одновременно приводится в действие счетный механизм, отсчитывающий пройденный путь в километрах. Счетный механизм состоит из шести барабанов, имеющих на ободе цифры от 0 до 9. Первый из барабанов, приводимый во вращение через тройную червячную передачу, делает один оборот за 1 км пути. При повороте на один оборот барабан поворачивает следующий на одну цифру. Счетный механизм отсчитывает пробег до 99999,9 км, затем устанавливаются нули и отсчет начинается снова. Спидометр работает только в одном направлении — приезде назад показания пройденного пути уменьшаются.

На троллейбусе ЗИУ-5 установлен спидометр СП-100Б в комплекте с датчиком МЭ-300Б на напряжение 12 В, а на троллейбусе ЗИУ 682Б — спидометр СП-120. Трамвайные вагоны

КТМ-5МЗ и ЛМ-68М оборудованы спидометрами СП-106 в комплекте с датчиками МЭ-301Б на напряжение 24 В.

На пульте водителя троллейбуса 9Тр установлен тахограф-контрольный и регистрирующий прибор. Он содержит указатель скорости, счетчик километров (пройденных от начала эксплуатации) и диск, который вращается при движении троллейбуса. На диске автоматически записываются: скорость движения троллейбуса, включение тормозов и включение сигналов поворота. Кроме того, имеется сигнальная лампа, включаемая при превышении предельной скорости движения. Диск тахографа покрыт тонким слоем эмульсии, благодаря чему специальные перья оставляют линии. Первая линия (рис. 151) показывает включение тормозов, вторая — скорость движения троллейбуса, третья — включение сигнала поворота. Для удобства отсчета скорости нанесены окружности с указанием на них скорости от 0 до 110 км/ч и радиальные линии. Первая линия (рис. 151) показывает включение тормозов, режим ведения троллейбуса на протяжении последних 520 м пути остается зафиксированным, что удобно при разборе случаев дорожно-транспортных происшествий.

Спидометр трамвайного вагона «Татра» служит для определения скорости движения вагона. Указатель спидометра установлен на пульте водителя. Он представляет собой вольтметр постоянного тока. К нему подается ток через штепсельный разъем от датчика (тахогенератора). Тахогенератор является генератором переменного тока. Он установлен на первом редукторе первой тележки вагона. Внутри корпуса (статора) размещена обмотка, выполненная из тонкого эмалированного провода. Корпус закрыт крышками, в которых находятся подшипники. Для подключения проводов выводы от обмотки подведены к штепсельному разъему. Ротор тахогенератора вращается в подшипниках и представляет собой шестиполюсный постоянный магнит. Для передачи вращения от редуктора к ротору тахогенератора имеется небольшая муфта, передающая вращение через резиновый или пластмассовый элемент. Поскольку тахогенератор дает переменный ток, то внутри корпуса указателя установлен полупроводниковый диод, служащий для выпрямления тока, что необходимо для работы указателя (вольтметра постоянного тока). Напряжение датчика зависит от скорости вагона, так как ротор связан с шестерней редуктора. Шкала указателя спидометра отградуирована от 0 до 70 км/ч. Измерение пробега вагона (пройденного пути) данным спидометром не предусматривается.

Звуковые сигнальные устройства троллейбуса. На основании сигнального устройства укреплен электромагнит, к которому притягивается якорь при прохождении тока по обмотке. Якорь связан с мембраной и с прерывателем. Возвращение подвижной части в исходное положение осуществляется центрирующей пружиной, укрепленной на стойке. Для дугогашения параллельно контактам прерывателя подключен резистор. При нажатии кнопки ток проходит через обмотку электромагнита и контакты. Якорь притя-

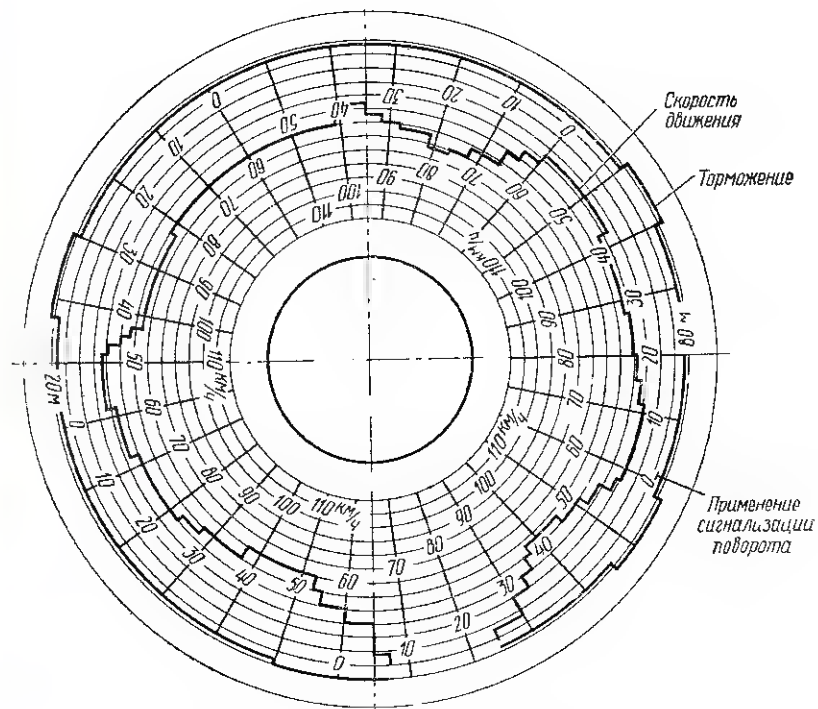


Рис. 151. Шкала диска тахографа

гивается и отключает мембрану и подвижной контакт. Контакты размыкаются, ток проходит через резистор и уменьшается. Уменьшается и сила притяжения якоря электромагнитом. Центрирующая пружина возвращает якорь с мембраной в исходное положение. Вновь включаются контакты и процесс повторяется. Частота колебаний зависит от зазора между электромагнитом и якорем, который должен быть 0,7—0,8 мм, и от натяжения центрирующей пружины, а громкость — от силы тока в обмотке электромагнита. Одно звуковое сигнальное устройство потребляет ток не более 5 А. На троллейбусе устанавливают два сигнальных устройства — одно среднего и второе низкого тона. Включают их кнопочными выключателями. Расположены они под кузовом в передней части троллейбуса, а кнопочный выключатель для их включения — на колонке рулевого механизма.

Оповестительный звонок. Он установлен на всех типах трамвайных вагонов. На вагонах, имеющих пневматическое оборудование, оповестительный звонок имеет воздушный привод. Только на вагонах КТМ-5МЗ и «Татра» звонок имеет электрический привод. Принципиально по конструкции от обычных электрических звонков отличается только звонок вагона «Татра». Для его привода используется электродвигатель. На валу электродвигателя

звонка крепится коромысло с двумя прорезями на концах. В прорези помещены на небольших осях два груза в виде шайб с эксцентрично расположенными отверстиями для оси. При включении электродвигателя его вал вращается. Грузы под действием центробежной силы стремятся занять наиболее удаленное от центра положение. Тарелка звонка размещена так, что при вращении грузы ударяют по ней, заставляя звучать звонок.

Зуммер. Он служит для связи пассажиров с водителем и для сигнализации при отсутствии напряжения контактной сети. Зуммер работает от низкого напряжения. На основании зуммера крепится электромагнит. По бокам от катушки электромагнита имеются стальные стойки, на которых укреплена стальная мембрана. Нижняя часть мембраны имеет небольшую латунную пластинку, которая предохраняет мембрану от «залипания» к сердечнику. Выше мембраны расположена соединительная планка, на которой установлен регулируемый винтовой контакт, касающийся мембраны. Начало обмотки электромагнита соединено проводником с зажимом, конец — с мембраной. Второй зажим соединен с регулируемым контактом через планку. При нажатии кнопки в салоне (или при срабатывании реле из-за отсутствия напряжения контактной сети) ток проходит через обмотку электромагнита. Мембрана притягивается к сердечнику, размыкая контакт между мембраной и регулировочным винтом. После размыкания цепи обмотки сердечник размагничивается и благодаря упругости мембрана занимает первоначальное положение. Как только это положение будет достигнуто, вновь создается контакт, замыкающий цепь обмотки. Таким образом, создается вибрация мембраны, и зуммер издает звук.

Громкоговорящее устройство АГУ-10-3. Его используют для информации пассажиров. Устройство состоит из усилителя низкой частоты (с габаритами 246×65×185 мм, массой 1,9 кг, напряжением питания 12 В, выходной мощностью 10 Вт) микрофона МФ-76 и громкоговорителей 1ГД-19 или 1ГД-28. Усилитель подключают через штепсельный разъем к аккумуляторной батарее; микрофон подключают к входным зажимам, а громкоговорители к выходным. Питание включают тумблером (об этом сигнализирует лампа). Рукояткой достигают требуемой громкости звучания.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ И ТРОЛЛЕЙБУСОВ

§ 52. Общие понятия об электрических схемах

Под электрической схемой подразумевают графическое изображение электрической цепи. В электрических схемах используют установленные государственными стандартами условные изображения всех элементов схемы. Кроме того, схемы содержат ряд буквенных и цифровых обозначений (номера или буквенные обозначения проводов, контакторов, реле, порядковые номера электродвигателей, номера или обозначения контактов контроллеров, выключателей, переключателей и т. д.). Например, выводы от якорей тяговых двигателей обозначены: начало — Я, конец — ЯЯ; от последовательной обмотки возбуждения — К и КК, от независимой — Ш и ШШ. Цифры после таких букв (например Я2, ЯЯ2) указывают, к какому из двигателей они относятся; электродвигатель компрессора обозначают МК, генератора МГ, серводвигатель СМ и т. д.

На схемах, как правило, аппараты показаны в положении, соответствующем их отключенному и обесточенному состоянию.

Для определения прохождения тока на различных позициях пользуются таблицами включения аппаратов.

В схему силовой цепи входят: токоприемник, тяговые двигатели и аппараты, которые регулируют ток двигателей при пуске, тяговом и тормозном режимах, аппараты защиты от перегрузок, коротких замыканий и перенапряжений и измерительные приборы, т. е., в основном, аппараты, через которые проходит ток, протекающий через тяговые двигатели.

В схему цепи управления входят аппараты, которыми воздействуют на аппараты силовой цепи и вспомогательные аппараты низковольтной цепи.

В схему высоковольтных вспомогательных цепей входят: электродвигатели компрессора, вентилятора, приборы отопления и освещения, а в схему вспомогательных низковольтных цепей — аккумуляторная батарея, реле-регулятор, генератор для заряда аккумуляторной батареи, электродвигатели стеклоочистителей, приводов дверных механизмов, серводвигатель, датчик спидометра, электрические аппараты привода барабанных тормозов, электромагниты рельсовых тормозов, приборы электрической сигнализации и приборы низковольтного освещения.

Схема вагона МТВ-82Б. Схема позволяет осуществить двухступенчатый пуск и регулировку скорости движения вагона, работу на одной (исправной) группе двигателей, изменение направления движения вагона, электрическое торможение вагона.

На 1-й ходовой позиции (табл. 8) включены кулачковые элементы ЛК, 1, С и ТЗ (рис. 152). Две группы, состоящие из двух последовательно соединенных двигателей, соединены последовательно. Создается цепь тока от контактной сети через токоприемник, автоматический выключатель АВ, кулачковые элементы ЛК, 1, реостаты Р1-Р6, кулачковый элемент ТЗ, обмотки якорей двигателей 1 и 2, обмотки возбуждения, кулачковый элемент С, обмотки возбуждения двигателей 3 и 4, обмотки их якорей, заземляющие провода, оси колесных пар, колеса, рельсы.

На 2-й позиции включается кулачковый элемент 3, по части реостатов Р1-Р3 ток не проходит. На 3-й позиции включаются кулачковые элементы 4 и 5. Ток проходит только через часть реостатов Р4-Р6. На 4-й позиции выключаются кулачковые элемент 3 и включается 2. Остается подключенной только часть реостата Р5-Р6. На 5-й позиции включается кулачковый элемент 6 и выключается кулачковый элемент 5. Таким образом, участки реостатов Р4-Р5 и Р5-Р6 оказываются включенными параллельно. На 6-й позиции выключается кулачковый элемент 4 и включается вновь кулачковый элемент 3. Этим создается четыре параллельные ветви секций реостатов: Р2-Р3, Р3-Р4, Р4-Р5 и Р5-Р6. На 7-й позиции благодаря дополнительному включению кулачкового элемента 4 ток по реостатам не проходит и она является безреостатной при последовательном соединении тяговых двигателей. Между 7-й и 8-й позициями имеются три нефиксированные позиции Х1, Х2 и Х3. На позиции Х1 выключаются кулачковые элементы 2 и 6 и секции Р4-Р6 вновь включаются последовательно с тяговыми двигателями.

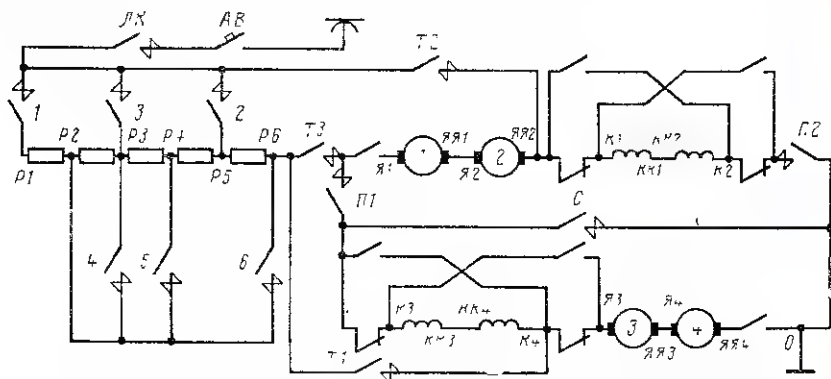


Рис. 152. Схема силовой цепи трамвайного вагона МТВ-82Б

Режим	Соединение двигателей	Позиции	Кулачковые элементы													Сопротивление пусковых реостатов, Ом
			ЛК	1	2	3	4	5	6	П1	С	П2	Т1	Т2	Т3	
Тяговый	Последовательное	0	—	×	—	—	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—
		1	×	×	—	—	×	—	—	—	×	—	—	—	×	4,205
		2	×	×	—	—	×	—	—	—	×	—	—	—	×	2,55
		3	×	×	—	—	×	×	—	—	×	—	—	—	×	1,70
		4	×	—	×	—	×	×	—	—	×	—	—	—	×	1,063
		5	×	—	×	—	×	×	—	—	×	—	—	—	×	0,62
		6	×	—	×	×	×	×	—	—	×	—	—	—	×	0,228
		7	×	—	×	×	×	×	—	—	×	—	—	—	×	0
	Переходное	Х1	×	—	—	×	×	×	—	—	×	—	—	—	×	1,70
		Х2	×	—	—	×	×	×	—	—	×	—	—	—	×	1,70
		Х3	×	—	×	×	×	×	—	—	×	—	—	—	×	1,063
	Параллельное	8	×	—	×	—	×	×	×	×	—	×	—	—	×	0,62
		9	×	—	×	—	×	×	×	×	—	×	—	—	×	0,399
		10	×	×	×	×	—	×	×	×	—	×	—	—	×	0,228
		11	×	×	×	×	—	×	×	×	—	×	—	—	×	0,118
		12	×	×	×	×	×	×	×	×	—	×	—	—	×	0
Тормозной	Параллельное	I	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×	×	—	1,70
		II	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×	×	—	1,063
		III	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×	×	—	0,62
		IV	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×	×	—	0,228
		V	—	—	×	×	×	×	—	×	—	×	×	×	—	0

На позиции Х2 включается кулачковый элемент П2, благодаря чему группа двигателей 3 и 4 оказывается замкнутой накоротко. На позиции Х3 включаются кулачковые элементы 2 и П1 и отключается С и обе группы тяговых двигателей соединяются параллельно. На 8-й позиции включаются кулачковые элементы 2, 4, 6, соединяя две ветви секций Р3-Р5 и Р5-Р6 реостатов параллельно. На 9-й позиции включается кулачковый элемент 5 и выключается 4. Параллельно включены секции Р5-Р6 и Р4-Р5 реостатов. На 10-й позиции включается кулачковый элемент Р3, создавая четыре параллельно включенных ветви: Р2-Р3, Р3-Р4, Р4-Р5 и Р5-Р6. 11-я позиция характеризуется дополнительным включением кулачкового элемента 1 и благодаря этому оказывается уже пять включенных параллельно ветвей: Р1-Р2, Р2-Р3, Р3-Р4, Р4-Р5 и Р5-Р6. Наконец, на 12-й позиции включается кулачковый элемент 4, который выводит из цепи двигателей все пусковые реостаты.

При повороте кулачкового вала на 1-ю позицию электрического торможения включены кулачковые элементы: 3, 4, 5, П1, П2, Т1 и Т2. При этом ток от якорей 2-го и 1-го двигателей проходит через обмотки возбуждения 3-го и 4-го двигателей, затем через

кулачковый элемент $T1$ поступает на реостаты и через $T2$ возвращается к якорям двигателей. Одновременно от якорей 3-го и 4-го двигателей ток проходит через кулачковый элемент $T1$, реостаты, кулачковый элемент $T2$, обмотки возбуждения 1-го и 2-го двигателей и возвращается к якорям 4-го и 3-го двигателей.

На 1-й позиции включены реостаты $P6-P4$ на 2, 3 и 4-й позициях сопротивление реостатов уменьшается за счет создания параллельных ветвей. 5-я позиция — безреостатная.

При реверсировании на вагонах с контроллером МТ-22 (МТ-27) изменяется направление тока в обмотках возбуждения всех тяговых двигателей, а следовательно, изменяется направление движения трамвайного вагона.

При неисправности одной из групп тяговых двигателей реверсивным валом переключают контроллер для работы на исправной группе тяговых двигателей. При этом кулачковый вал не может быть переведен дальше 7-й позиции при езде под током и не может быть переведен на позиции электрического торможения.

§ 54. Схемы силовых цепей трамвайных вагонов с косвенной системой управления и различными конструкциями тяговых двигателей

Схема силовой цепи трамвайного вагона РВЗ-6. Схемой предусмотрено осуществление: пуска и разгона вагона, регулирования скорости движения и снижения скорости с рекуперацией электроэнергии, движения на одной группе двигателей, реостатного торможения, изменения направления движения, управления движением от контроллера аварийного хода. На вагоне установ-

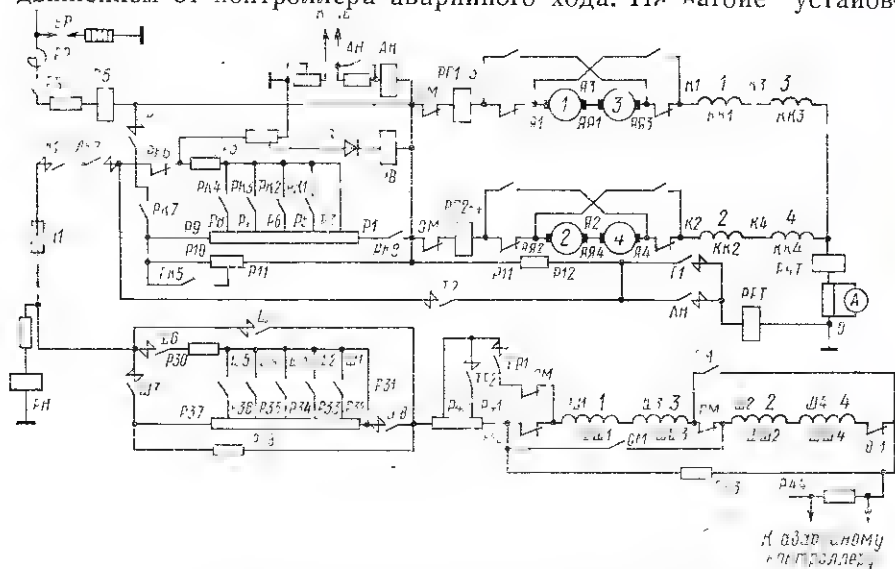


Рис. 153. Схема силовой цепи трамвайного вагона РВЗ-6

Таблица 9

Позиции			Кулачковые элементы												Сопротивление реостатов, Ом				
Схемы	РК		PK1	PK2	PK3	PK4	PK5	PK6	PK7	PK8	П1	П2	П3	П4		П5	П6	П7	П8
0	1	1																	3,12/1,8*
1	2	2																	2,12/1,8
2	3	3																	1,57/1,8
3	4	4																	1,22/1,8
4	5	5																	0,98/1,8
5	6	6																	0,84/1,8
6	7	7																	0,67/1,8
7	8	8																	0,52/1,8
8	9	9																	0,365/1,8
9	10	10																	0,269/1,8
10	11	11																	0,158/1,8
11	12	12																	0,08/1,8
12	13	13																	0/1,8
13	14	14																	0/13,44
14	15	15																	0/23,6
15	16	16																	0/41,0
16	17	17																	0/59,3
17	18	18																	0/88,6
18	19	19																	0/123,8
19	20	20																	0/171,8
20	21	21																	0/221,8
21	22	22																	0/283,8
22	23	23																	0/373,8
23	24	24																	0/623,8
24	25	25																	0,2123,8

* В числителе — пускового реостата цепи якорей, в знаменателе — реостата, подсоединенного последовательно с независимыми обмотками двигателей.

исходит в результате последовательного замыкания элементов РК. При установке главной рукоятки контроллера водителя на позицию *X2* движение вала реостатного контроллера прекращается на 13-й позиции, на которой включается контактор *P* и размыкается контактор *Ш*.

При установке рукоятки контроллера водителя на позицию *X3* вал реостатного контроллера с позиции *13* начинает вращаться в обратном направлении, так как от провода *6* через контакт РК *10-13* получает питание обмотка возбуждения серводвигателя *СМ* «Назад». Тогда (см. табл. 9) замыкаются его кулачковые элементы *Ш1...Ш8*, что приводит к постепенному ослаблению возбуждения независимой обмотки. Вал реостатного контроллера остановится на 9-й позиции. Если главную рукоятку контроллера установить на позицию *X4*, то вал реостатного контроллера продолжит движение до 1-й позиции.

Пуск и разгон после выбега при скорости более 14...16 км/ч. В этом случае э. д. с. тяговых двигателей велика. Поэтому при замыкании контакторов *ЛК1*, *ЛК2*, *ТР1* и *ТР2* реле выбега *PВ* не срабатывает и контактор *Ш* не включается. Тогда кулачковыми элементами *Ш1...Ш8* будут выводиться секции *P30-P37* реостата, увеличивая независимое возбуждение тяговых двигателей. По мере поворота вала реостатного контроллера напряжение на зажимах тяговых двигателей будет увеличиваться. Когда разность между напряжением контактной сети и э. д. с. тяговых двигателей достигнет 70...90 В, якорь реле баланса *PБ* отпадает и замкнется контактор *P*, выводящий все секции пускового реостата.

Дальнейшее движение вала реостатного контроллера зависит от положения главной рукоятки контроллера водителя. При этом на позиции *X2* будет осуществляться рекуперативное торможение до достижения скорости, соответствующей 13-й позиции реостатного контроллера. Когда главная рукоятка контроллера водителя установлена на позицию *X3*, вал реостатного контроллера дойдет до 17-й позиции и в зависимости от скорости вагона будет создаваться или режим тяги, или рекуперативного торможения. Если рукоятка контроллера водителя установлена на позицию *X4*, то изменится направление вращения вала реостатного контроллера: он будет поворачиваться в направлении к 13-й позиции, обеспечивая дальнейший разгон вагона. После выбега до момента включения контактора *P* вал реостатного контроллера движется с максимальной скоростью и время выхода на безреостатную позицию не превышает 2 с.

Реостатное торможение. При переводе рукоятки контроллера водителя на тормозные позиции включаются контакторы *Т1* и *Ш*. При этом получают питание независимые обмотки возбуждения тяговых двигателей, а цепь тока от групп якорей проходит через тормозную секцию реостатов *P11-P12*. Электродвигатели при торможении имеют встречно-смешанное соединение. При таком соединении направление тока в независи-

мых обмотках сохраняется прежним, т. е. таким же, как и при тяговом режиме, а в обмотках последовательного возбуждения направление тока изменяется на противоположное. Реостатный контроллер уменьшает сопротивление секций *P3-P11* реостатов, подключенных параллельно секции *P11-P12*. Поворот вала реостатного контроллера происходит под контролем реле *РУТ*. Для регулировки тормозного усилия служат контакторы *ТР1* и *ТР2*, которые изменяют возбуждение, замыкая секции *P40-P42*.

Движение вагона при отключении группы двигателей. Для отключения неисправной группы двигателей предусмотрен отключатель тяговых двигателей *ОМ*. Его переключают реверсивной рукояткой контроллера водителя. При переключении для работы на одной группе двигателей отключается цепь якорей другой группы, а независимые обмотки отключенных двигателей замещаются резистором *P41-P42*. Езда на одной группе допускается только на позициях *X1* и *X2*.

Движение вагона при управлении аварийным контроллером. Аварийный контроллер имеет три позиции: *НХ* — для управления от контроллера водителя; *АХ1* — движение при полном возбуждении тяговых двигателей и полностью введенных пусковых реостатов; *АХ2* — при частичном ослаблении возбуждения тяговых двигателей и полностью введенных пусковых реостатов. Управление с помощью аварийного контроллера пользуются главным образом в случае неисправностей в целях управления. При этом необходимо, как можно больше использовать режим выбега, включая аварийный контроллер на короткое время. Вагон при этом должен быть без пассажиров. Кроме того, воздухопровод к вентилю торможения *ВТ* должен перекрываться, а сжатый воздух из тормозных цилиндров должен быть выпущен нажатием на клапан *ВТ*.

Схема силовой цепи трамвайного вагона КТМ-5МЗ. Схемой вагона предусмотрены: пуск и движение с ограниченной скоростью (маневровая позиция), пуск и движение с минимальным, средним или максимальным ускорением, электрическое реостатное торможение, движение на одной группе, изменение направления движения. На вагоне установлены четыре тяговых двигателя ДК-259Г. Предусматривается 12 пусковых реостатных позиций при максимальном независимом возбуждении, 13-я безреостатная при независимом возбуждении. На 14-й позиции (первой фиксированной) осуществляется движение с отключенными независимыми обмотками и при полном возбуждении последовательной обмотки. Для движения на 14-й позиции реостатного контроллера надо поставить рукоятку контроллера водителя на позицию *X1* или *X2*. На позиции *X1* во время разгона пусковой ток поддерживается около 100 А, ускорение вагона — в пределах 0,5...0,6 м/с², а на позиции *X2* — пусковой ток 160 А, ускорение 1 м/с². Второй фиксированной позицией является 17-я позиция реостатного контроллера. Она используется для езды с максимальной скоростью. Для движения на этой позиции рукоятку контроллера водителя устанавливают на

позицию ХЗ. В этом случае пусковой ток достигает 210 А, а ускорение 1,3...1,5 м/с².

На маневровой позиции М ток от токоприемника проходит через автоматический выключатель АВ1 (рис. 155), контакторы ЛК1 и ЛК4, все пусковые реостаты, далее разветвляется на две параллельные ветви: первая — через контактор ЛК2, якорь и последовательные обмотки возбуждения двигателей 1 и 3, заземляющий провод, колеса и рельсы; вторая — через якорь и последовательные обмотки двигателей 2 и 4, заземляющий провод, колеса и рельсы. Одновременно от токоприемника через выключатель АВ2, контактор Ш, резисторы Р32-Р33 и затем по двум параллельным ветвям ток проходит через независимые обмотки возбуждения двигателей 1 и 3 (первая ветвь) и двигателей 2 и 4 (вторая ветвь). Далее в каждой из ветвей через реостаты и последовательные обмотки возбуждения цепь тока замыкается через рельсы. На позициях Х1 и Х2 (см. рис. 154) ток вначале проходит по таким же цепям, как и на маневровой позиции, но серводвигатель под контролем реле ускорения РУТ начинает вращать вал реостатного контроллера, постепенно выводя пусковые реостаты. На 13-й позиции включается контактор Р и пусковые реостаты полностью выводятся. Одновременно отключается контактор Ш и прекращается питание обмоток независимого возбуждения. 13-я позиция — первая ходовая позиция. Работа цепей на позициях Х1 и Х2 отличается уставкой реле РУТ, что создает различные токи двигателей, а значит, и различные ускорения вагона. На позиции ХЗ вал реостатного контроллера вращается до 17-й позиции. При этом включаются кулачковые элементы реостатного контроллера РК17-РК22, чем увеличивается ослабление возбуждения тяговых двигателей (подключаются индуктивные шунты параллельно обмоткам возбуждения двигателей), а значит, увеличивается скорость движения вагона до наибольшей. На этой позиции также максимально и ускорение.

На тормозных позициях Т1, Т2, Т3 контроллера водителя осуществляется переход в режим реостатного торможения. Торможение обеспечивается включением контакторов Т1 и Т2 и одновременно контактора Ш, включающего обмотки независимого возбуждения тяговых двигателей. При этом каждая группа двигателей подключается к своему реостату: якоря 1 и 3 подключаются к реостату Р12-Р16, а якоря 2 и 4 — к реостату Р18-Р23. На позиции Т1 контроллера водителя в цепь независимых обмоток возбуждения введена секция реостатов Р32-Р33. При этом торможение происходит с минимальным замедлением (в пределах 0,4...0,6 м/с²). На позиции Т2 контроллера водителя включается контактор Ш1, а на позиции Т3 — контактор Ш2. Этим изменяется возбуждение тяговых двигателей, а значит и тормозной ток и замедление вагона. Максимальное значение замедления на позиции Т3 достигает 1,5 м/с².

Позиции Т1, Т2 и Т3 используют для снижения скорости вагона или для спуска на уклонах. Если контроллер водителя установить на позицию Т4 при условии, что реостатный контроллер воз-

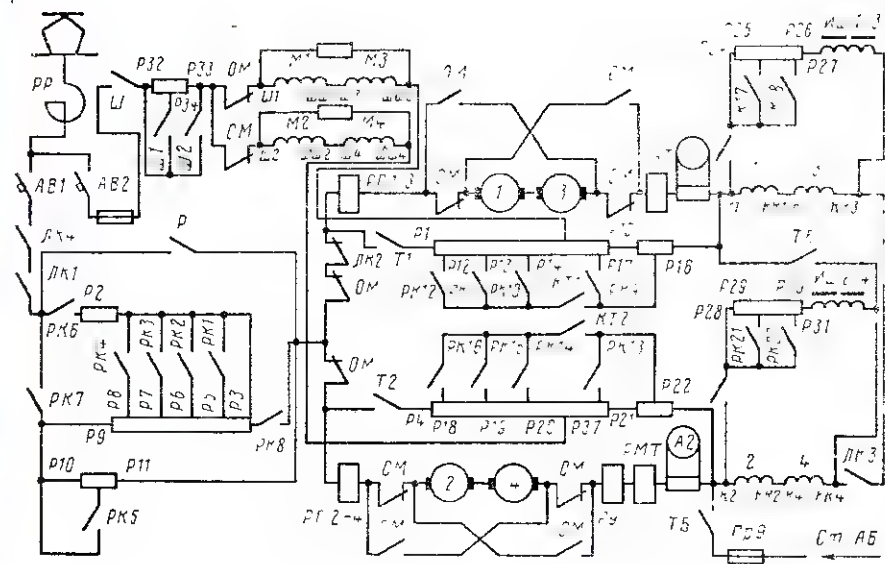


Рис. 155. Схема силовой цепи трамвайных вагонов КТМ-5МЗ и ЛМ-68

вратился на 1-ю позицию, начинается вращение его вала. Реостатный контроллер выводит реостаты одновременно в обоих тормозных контурах. Вал реостатного контроллера вращается под контролем реле ускорения и торможения РУТ, а поэтому тормозной ток поддерживается неизменным в течение всего времени торможения. Тормозной ток зависит от позиции контроллера водителя.

Когда вал реостатного контроллера достигает 8-й позиции, то серводвигатель СМ отключается. После этого ток якорей тяговых двигателей уменьшается. Когда он станет равным 100 А, отпадет якорь реле минимального тока РМТ и сработают электромагнитные приводы барабанных тормозов. Барабанным тормозом вагон дотормаживается до полной остановки.

При исчезновении напряжения в контактной сети или при перегорании предохранителя в цепи обмоток независимого возбуждения тяговых двигателей происходит автоматическое замещение торможения с возбуждением двигателей от контактной сети на торможение с питанием обмоток последовательного возбуждения от аккумуляторов. Для этого включаются двухполюсный контактор ТБ и контактор ЛК3. Последовательность замыканий кулачковых элементов реостатного контроллера и индивидуальных контакторов поясняется табл. 10.

При неисправности в одной группе тяговых двигателей рукояткой реверсивного вала контроллера водителя переключают отключатель, установив его в положение, соответствующее работе на

исправной группе двигателей. Для этого сначала необходимо выявить, какая из групп повреждена. При работе на одной группе тяговых двигателей пуск происходит под контролем реле *РУТ*, но ток группы двигателей оказывается увеличенным вдвое. Поэтому пуск следует производить только на позиции *X1* с выдержкой 1...2 с на маневровой позиции *М*. Реостатное торможение на позициях *T1*, *T2*, *T3* с переходом на низких скоростях движения на позицию *T4* должно поддерживаться плавным, без ощутимых толчков вагона, чтобы избежать юза.

Схема силовой цепи трамвайного вагона ЛМ-68М. На вагоне установлены четыре тяговых двигателя ДК-259Г. Предусмотрено 12 пусковых реостатных позиций, 13-я—безреостатная при усилении (полном) возбуждении, 14-я — при отключенной обмотке независимого возбуждения и 15–17-я с постепенным ослаблением возбуждения последовательной обмотки. Служебным является реостатное торможение с включением каждой группы двигателей в самостоятельный тормозной контур с возбуждением независимой обмотки от контактной сети.

Маневровая позиция. В цепь тяговых двигателей включены все пусковые реостаты. Контакт *III* включает обмотки независимого возбуждения через реостаты *P32-P33*. Ток при номинальном напряжении контактной сети в начале пуска равен 160 А и по мере увеличения скорости движения уменьшается. Скорость движения вагона на маневровой позиции 5...10 км/ч.

Позиции *X1*, *X2*, *X3*. Цепь тока на позиции *X1* та же, что и при маневровый, но начинает вращаться вал реостатного контроллера. Он постепенно выводит пусковые реостаты и останавливается при достижении 14-й позиции. Разгон вагона происходит при пусковом токе 80...100 А. Ускорение наименьшее — 0,5...0,6 м/с². Вагон достигает на позиции *X1* скорости 30...40 км/ч. На позиции *X2* цепи работают так же, как и на позиции *X1*, но изменяется уставка реле *РУТ*, вследствие чего ток силовой цепи поддерживается в пределах 140...170 А, а ускорение достигает 1 м/с². Конечная скорость движения, как и на предыдущей позиции, составляет 30...40 км/ч. На позиции *X3* дополнительно ослабляется возбуждение последовательных обмоток тяговых двигателей включением в цепь индуктивных шунтов. Изменяется и уставка реле *РУТ*. Поэтому ток на позиции *X3* достигает 200...220 А, а ускорение — 1,2...1,4 м/с². Конечная скорость, которую при движении на позиции *X3* достигает вагон, составляет 50...65 км/ч.

Позиции *T1*, *T2*, *T3* и *4T*. На этих позициях осуществляется реостатное торможение для уменьшения скорости вагона или подтормаживания при езде вагона под уклон. Наибольшее замедление позиции *T3* 1,2 м/с². На позиции *4T* происходит автоматическое реостатное торможение с использованием выведения реостатов реостатным контроллером и с автоматическим наложением пневматического тормоза при истощении электрического на малой скорости движения вагона. Наибольшее замедление на позиции *4T* составляет 1,4 м/с².

Таблица 10

Позиция РК	Контактные элементы																
	РК1	РК2	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК15	РК16	РК17
1	×	×															
2		×	×														
3			×	×													
4					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5						×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
6							×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
7								×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8									×	×	×	×	×	×	×	×	×
9										×	×	×	×	×	×	×	×
10											×	×	×	×	×	×	×
11												×	×	×	×	×	×
12													×	×	×	×	×
13														×	×	×	×
14															×	×	×
15																×	×
16																	×
17																	

Позиция *ТР*. Это позиция экстренного торможения с использованием рельсовых электромагнитных тормозов, песочниц и с опусканием подвагонной сетки.

Принятая на вагоне ЛМ-68М система позволяет осуществить движение вагона и его торможение при одной отключенной группе тяговых двигателей. При исчезновении напряжения в контактной сети, перегорании предохранителя в цепи обмотки независимого возбуждения или выключения автоматического выключателя водитель оповещается об этом включением звонка и светового сигнала. В этом случае при постановке рукоятки контроллера водителя на тормозные позиции (*1Т...4Т* и *ТР*) торможение автоматически переходит на реостатное с независимым питанием последовательных обмоток возбуждения тяговых двигателей от аккумуляторной батареи.

Схема силовых цепей трамвайного вагона Т-3. На вагоне Т-3 тяговые двигатели соединены в две группы (рис. 156). В каждой группе два двигателя соединены последовательно, а группы двигателей параллельно. Регулирование пускового и тормозного токов достигается пуско-тормозными реостатами, которые включены последовательно в силовую цепь. При пуске работают пусковые демпферные реостаты и реостаты ускорителя. После отключения пусковых реостатов ускорителя для увеличения скорости движения вагона подключаются индуктивные шунты. Ускоритель приводится в действие электродвигателем («пилот-мотором»), который управляется ограничительным реле. Для работы вагона необходимо включить контакторы *P1*, *P2*, *P3* и *P4* (езда вперед) или *Z1*, *Z2*, *Z3* и *Z4* (назад). Они включаются от низковольтной цепи (рис. 157, а) при включении реверсивной рукоятки и переключателя управления. При нажатии пусковой педали включаются линейный контактор *LS* (рис. 157, б) и контактор *M1* (если нажата педаль безопасности, благодаря чему включено реле безопасности *RB*). При работе вагона подобным образом от низковольтных цепей включаются и другие контакторы и реле.

Включение и разгон. При включении вагона для езды вперед цепь тока силовой цепи проходит (см. рис. 156) от контактной сети через токоприемник, линейный контактор *LS*, силовую обмотку реле максимального тока *MR* и затем разделяется на две параллельные ветви: первая ветвь — через обмотку дифференциального реле *MDR*, обмотки добавочных полюсов и якоря двигателя 4, обмотки якоря и добавочных полюсов двигателя 3, силовую обмотку ограничительного реле *OR*, контактор *P3*, обмотки возбуждения двигателей 4 и 3, контактор *P4*, шунт амперметра (при этом часть тока проходит через амперметр); вторая ветвь — через контактор *P1*, обмотки возбуждения двигателей 2 и 1, контактор *P2*, обмотку дифференциального реле *MDR*, обмотки добавочных полюсов и якорей двигателей 2 и 1.

Далее токи обеих ветвей соединяются и проходят через контактор *M1*, реостаты ускорителя *ZR* и пусковые демпферные реостаты на заземляющий провод, а через него в рельсы.

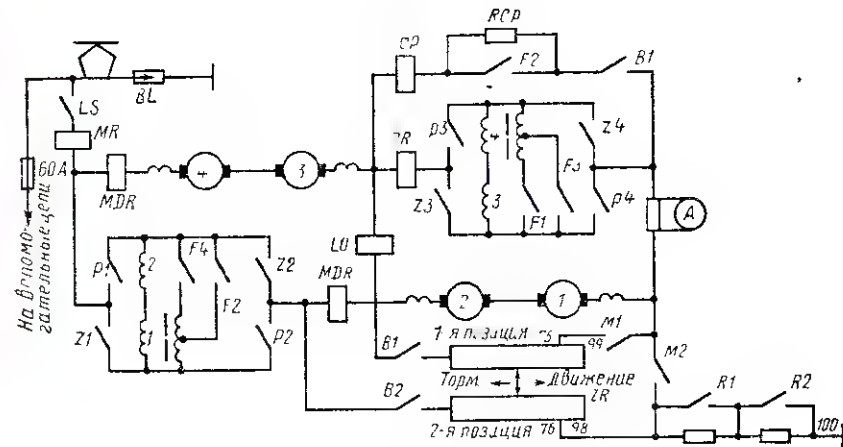


Рис. 156. Схема силовой цепи трамвайного вагона Т-3

В самом начале трогания, после включения контакторов *LS* и *M1*, включается контактор *R1* и сразу же за ним *R2*, в результате чего отключается пусковой демпферный реостат. После этого выводятся реостаты ускорителя. При этом ускоритель проходит от 1-й до 75-й позиции. На 75-й позиции ускорителя включается контактор *M2*. Реостаты полностью выведены. Дальше разгон продолжается благодаря подключению индуктивных шунтов. На 80-й позиции ускорителя включается контактор *F4*, на 85-й — *F1*, на 90-й — *F3*, на 95-й — *F2*. На 97-й позиции двигатель ускорителя выключается. Ускоритель, пройдя по инерции две позиции, останавливается на 99-й позиции, дойдя до упора. При этом цепи, обеспечивающие разгон вагона, собраны. Разгон будет продолжаться по автоматической характеристике тяговых двигателей.

Езда назад. Включены контакторы *Z1*, *Z2*, *Z3*, *Z4*. При этом ток в обмотках возбуждения тяговых двигателей изменяет направление. Это вызовет изменение направления вращения якорей

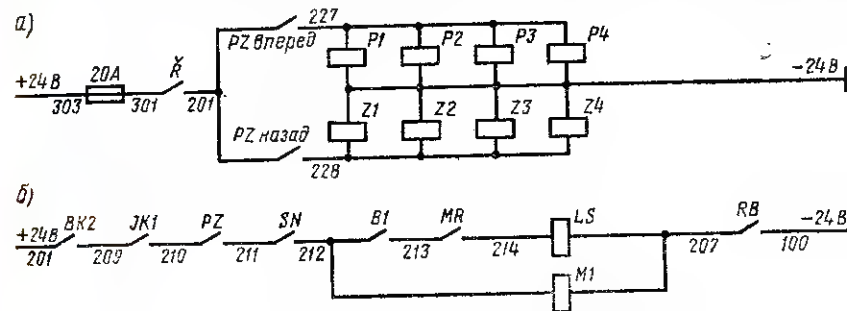


Рис. 157. Схема включения контакторов: а — реверсивных; б — линейных *LS* и *M1*

тяговых двигателей, а следовательно, и движения трамвайного вагона.

Выключение. При выключении силовой цепи первым отключится контактор *R1*, в цепь двигателей будет введена часть пускового демпферного реостата. После этого отключается контактор *R2*. В цепь вводится весь пусковой демпферный реостат. После этого отключается линейный контактор *LS* и силовая цепь полностью отключается от контактной сети. Ступенчатое выключение силовой цепи предусмотрено для уменьшения толчка вагона, ощущаемого пассажирами и вредно действующего на его оборудование. После выключения, если не нажата тормозная или пусковая педаль, трамвайный вагон продолжает движение на выбеге.

Реостатное торможение. При реостатном торможении образуются два контура, по которым проходит ток силовой цепи: 1) от обмотки якорей двигателей 3 и 4, обмотка реле *MDR*, контактор *P1*, обмотки возбуждения двигателей 2 и 1, контакторы *P2* и *B2*, реостаты ускорителя, контактор *B1*, силовая обмотка реле блокировки тормозов *LO* и обмотка якоря двигателя 3; 2) от обмотки якорей двигателей 1 и 2, обмотка реле *MDR*, контактор *B2*, реостаты ускорителя, контактор *B1*, силовые обмотки реле *LO* и *OR*, контактор *P3*, обмотки возбуждения двигателей 4 и 3, контактор *P4*, шунт амперметра, обмотка якоря двигателя 1.

Выбег. В это время работают те же цепи, что и при реостатном торможении, с добавлением цепи обмотки подготовки *CP* ограничительного реле и включением контактора *F2*. Чтобы трамвайный вагон практически не тормозился, ток силовой цепи во время выбега достаточно мал (30...60 А), но при этом обеспечивается работа электроаппаратов (как и при электрическом торможении), что необходимо для подготовки аппаратуры для дальнейшей работы в тяговом режиме или в режиме торможения. Поэтому ток во время выбега называется током подготовки.

Во время выбега и торможения тормозные реостаты ускорителя выводятся. При этом крестовина ускорителя с роликами вращается в направлении от 99-й к 1-й позиции. При выбеге под уклон, если скорость движения трамвайного вагона повышается, крестовина ускорителя меняет направление вращения и в цепь реостаты вводятся.

При реостатном торможении или выбеге во время езды назад направление тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей изменяется, так как вместо контакторов *P1*, *P2*, *P3* и *P4* включены контакторы *Z1*, *Z2*, *Z3* и *Z4*.

§ 55. Работа трамвайных вагонов по системе многих единиц

Большинство современных трамвайных вагонов (КТМ-5МЗ, ЛМ-68, Т-3) могут работать как в одиночку, так и сцепленные в поезд по два, а в ряде случаев и по три вагона. При этом все ва-

гоны в поезде работают как моторные, а управление ими осуществляется с поста водителя головного вагона. Такие поезда называют поездами, работающими по системе многих единиц. Систему многих единиц широко используют на метрополитене и пригородных электропоездах. На трамвайных вагонах ее применяют на линиях с большим пассажиропотоком, так как поезда в этом случае перевозят большое количество пассажиров, что особенно важно в часы пик. В ряде случаев используется возможность в середине дня расцеплять поезда, работающие по системе многих единиц, и один из вагонов поезда направлять в депо для проведения осмотра, хотя такая практика связана с определенными организационными трудностями.

Для возможности работы по системе многих единиц провода цепей управления прокладывают таким образом, чтобы они могли быть соединены параллельно во всех вагонах, входящих в поезд.

Соединение выполняют при помощи межвагонного штепсельного соединения. Межвагонные штепсельные соединения должны обеспечивать надежный контакт, поскольку ненадежное соединение хотя бы одного контакта даже на одной стороне соединения вызвало бы неправильную работу поезда, а может быть сделало бы эту работу вообще невозможной. Особое неудобство было бы в случае, когда расписанием предусмотрена работа вагонов по системе многих единиц в середине рабочего дня со сцепкой вагонов вне депо на конечной станции, так как время на проверку и регулировку системы сведено к наименьшему, а любое отклонение по времени может вызвать сбой в выполнении графика и расписания многих поездов.

В качестве примера рассмотрим некоторые цепи вагонов, работающих по системе многих единиц.

На вагоне Т-3 соединяют обмотки реле безопасности *RBZ* ведущего и ведомого вагонов. Цепь тока проходит от провода 200 (рис. 158, а) ведущего вагона через контакты переключателя управления *VRI*, контакты реле безопасности *RB*, педали безопасности *BS*, а затем разветвляется: первая ветвь — провод 328, обмотка реле *RBZ* на ведущем вагоне, вторая — провода 328 ведущего вагона, межвагонное соединение, провод 328 и обмотка реле *RBZ* ведомого вагона. Аналогично работают цепи обмоток реверсивных контакторов *P1-P4* (рис. 158, б), обмоток контакторов *LS* и *M1* (рис. 158, в), а также других аппаратов трамвайных вагонов Т-3, КТМ 5МЗ (рис. 158, г) и ЛМ-68М. Благодаря одновременной работе аппаратов водитель ведущего вагона управляет всем поездом.

При этом силовые и вспомогательные высоковольтные цепи на каждом вагоне получают питание через собственные токоприемники.

Тяговые двигатели, тяговое и тормозное оборудование, а также цепи сигнализации срабатывают одновременно на всех сцепленных вагонах. Освещение и дополнительное отопление води-

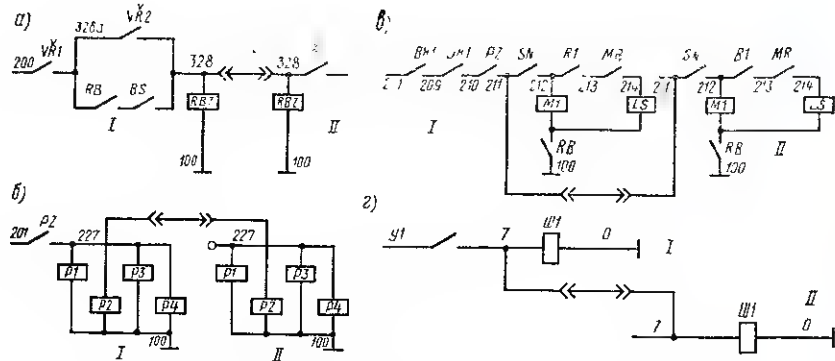


Рис. 158. Цепи включения аппаратов при работе трамвайных вагонов по системе многих единиц

тель включает или на каждом вагоне отдельно (Т-3, КТМ-5МЗ) или с ведущего вагона (ЛМ-68М).

Последнее время на ряде вагонов используют один токоприемник для питания от контактной сети всех вагонов, работающих по системе многих единиц. Для этого вагоны соединяют низковольтными дополнительными межвагоными соединениями. Естественно, что на всем поезде должен быть поднят лишь один токоприемник.

Питание всего поезда от одного токоприемника создает удобство при управлении поездом. Например, при проезде участка цепи только один раз при проезде изолятора токоприемником одного вагона, в то время как без соединения токоприемников выключать двигатели приходится при проезде изолятора каждым токоприемником поезда.

§ 56. Схемы силовых цепей троллейбусов

Схема силовых цепей троллейбусов ЗИУ-682Б и ЗИУ-5. Схемой предусмотрено движение на маневровой позиции с ограниченной скоростью, автоматический разгон, движение с различными скоростями, изменение направления движения, электрическое торможение с регулировкой тормозного усилия.

При установке вала контроллера водителя на маневровую позицию включаются линейные контакторы ЛК1 и ЛК2 (рис. 159) и контактор Ш1. Цепь тока проходит от контактной сети через токоприемник Т1, реактор помехоподавления РР1, автоматический выключатель АВ, линейный контактор ЛК1, токовую обмотку реле тока РТ, контакты реверсора В1, реостаты, обмотку якоря тягового двигателя, токовую обмотку реле ускорения РУ, шунт амперметра ШС1, токовую обмотку реле минимального тока РТМ, контакты реверсора В2, пусковые реостаты Р2—Р10, последова-

тельную обмотку тягового двигателя, контактор ЛК2, реактор помехоподавления РР2, токоприемник Т2 и контактная сеть. Одновременно получает питание независимая обмотка двигателя Ш—ШШ по цепи: реостат, обмотка Ш—ШШ, контактор Ш1, выключатель ВВЦ2, обмотка реактора РР2, токоприемник Т2. Якорь двигателя начинает вращение, приводящее к выбору зазоров в трансмиссии.

После включения контакторов ЛК1 и ЛК2 с небольшой выдержкой при помощи реле времени включается контактор ЛК3. Тяговое усилие при этом становится достаточным для приведения в движение троллейбуса со скоростью 4...5 км/ч.

Для увеличения скорости движения вал контроллера водителя ставят на 1-ю ходовую позицию. Тогда включается серводвигатель и вал реостатного контроллера начинает вращаться. Под контролем реле ускорения РУ выводятся секции пускового реостата до позиции 13. На 13-й позиции реостатного контроллера выведение секций пусковых реостатов заканчивается. На 14-й позиции реостатного контроллера отключается контактор Ш1. Благодаря этому в независимую обмотку вводятся реостаты и наступает ослабление возбуждения независимой обмотки. На 15-й позиции замыкается кулачковый элемент РК10, чем подключается параллельно последовательной обмотке возбуждения цепь индуктивного шунта. Возбуждение последовательной обмотки ослабляется до 72%. На этой же позиции включается цепь стоп-реле, которое отключает питание серводвигателя и вращение его якоря прекращается.

При переводе вала контроллера водителя на 2-ю ходовую позицию (дальнейшим нажатием пусковой педали) реостатный контроллер серводвигателем поворачивается дальше. На 16-й позиции уменьшается сопротивление индуктивного шунта, возбуждение последовательной обмотки уменьшается до 53%, а на 17-й позиции — до 40%. Если же пусковая педаль поставлена в последнее положение (нажата до отказа), то реостатный контроллер дойдет до 18-й позиции, на которой ослабление возбуждения последовательной обмотки тягового двигателя уменьшится до 31%. Таким

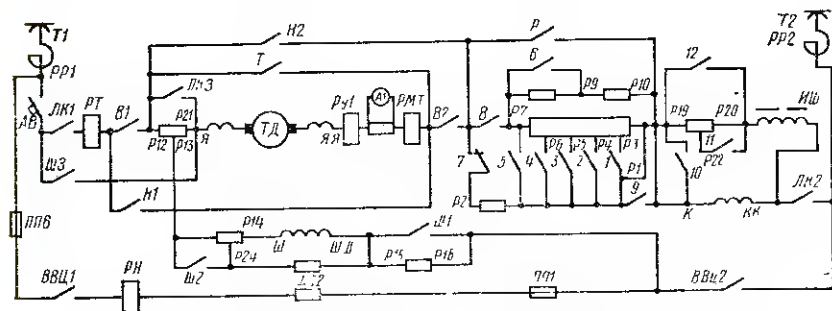


Рис. 159. Схема силовой цепи троллейбусов ЗИУ-682Б и ЗИУ-5

образом, троллейбус имеет три ходовые позиции, соответствующие 15, 17 и 18 й позициям вала реостатного контроллера.

При сбрасывании пусковой педали контроллера водителя в нулевое положение выключаются все его кулачковые элементы. В связи с этим отключается контактор *ЛКЗ*, вводя в цепь обмотки якоря тягового двигателя часть реостатов, уменьшая ток силовой цепи. Через 0,7 с благодаря действию реле времени *РВ* отключаются линейные контакторы *ЛК1*, *ЛК2* и силовая цепь разрывается. Такой способ отключения тягового двигателя от контактной сети значительно уменьшает рывки в передаче, а следовательно, обеспечивает более плавное замедление при торможении.

После отключения контакторов *ЛК1* и *ЛК2* благодаря действию блокировочных контактов переключается серводвигатель для вращения его якоря в обратном направлении и реостатный контроллер возвращается на 1-ю позицию. Последующее включение контакторов *ЛК1* и *ЛК2* возможно только после возвращения реостатного группового контроллера на 1-ю позицию, так как цепи обмоток этих контакторов проходят через кулачковый элемент *РК1*, включенный лишь на 1-й позиции.

Пуск после выбега происходит аналогично пуску после остановки троллейбуса.

Принципиального различия схемы силовых цепей троллейбусов ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б не имеют. Однако с целью более плавного выведения сопротивления индуктивного шунта на троллейбусе ЗИУ-682Б он разделен на три секции. Ослабление возбуждения последовательной обмотки тягового двигателя начинается на троллейбусе ЗИУ-5 с 16-й позиции. В связи с этим отличается и степень ослабления возбуждения по позициям реостатного контроллера, которая для троллейбуса ЗИУ-5 составляет на 15-й позиции 100, на 16-й — 75, на 17-й — 58 и на 18-й позиции — 48%.

Схема силовых цепей троллейбуса 9Тр. Эти цепи имеют две разновидности по способу возбуждения тягового двигателя, применяемому при электрическом торможении. Троллейбусы 9Тр3, применяемые в городах с легким профилем пути, имеют независимое возбуждение двигателей при электрическом торможении. Троллейбусы 9Тр2, используемые при затяжных уклонах на горных трассах, при электрическом торможении используют самовозбуждение.

В силовую цепь 9Тр3 (рис. 160, а) входят два токоприемника *Т1* и *Т2*, разрядник *009*, линейный контактор *21*, силовая катушка электромагнитной муфты *ЭМ* контроллера управления, тяговый двигатель *ТД*, реверсор с контактами *В1*, *В2*, *Н2*, *Н1* и контакторы: реостатные *31...35*, ослабления возбуждения *36* и *37*, тормозные *24*, *25*, *808*. При быстром нажатии пусковой педали без выдержки на позициях пуск троллейбуса будет автоматический с максимальным ускорением. При плавном нажатии педали водитель имеет возможность производить езду на выбранной им скорости, поскольку каждой позиции педали соответствует определенная позиция контроллера хода.

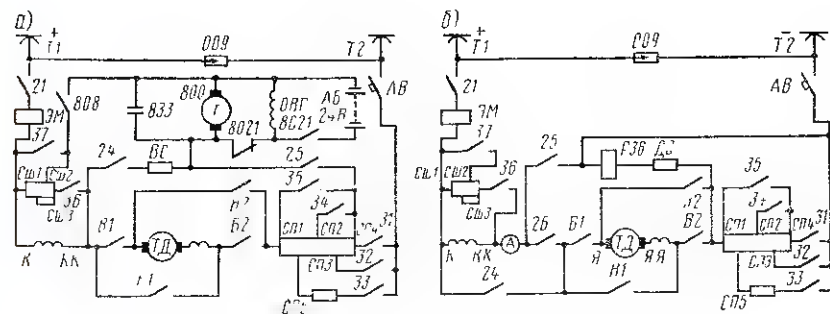


Рис. 160. Схема силовой цепи троллейбусов: 9Тр3 (а) и 9Тр2 (б)

При установке пусковой педали на подготовительную позицию включается линейный контактор *21*, а при переводе на 1-ю позицию включается контактор *31*. Цепь тока от провода контактной сети проходит через токоприемник *Т1*, линейный контактор *21*, силовую катушку электромагнитной муфты, обмотки возбуждения и якоря тягового двигателя *ТД*, обмотку добавочных полюсов, пусковые реостаты *СП1...СП4*, силовой контактор *31*, автоматический выключатель *АВ*, токоприемник *Т2*, провод контактной сети. На 2-й пусковой позиции вместо контактора *31* включается контактор *32* и число подключенных секций реостатов уменьшается (*СП1...СП3*). На 3-й пусковой позиции включается дополнительно контактор *34*, и две секции реостатов оказываются включенными параллельно (*СП3* и *СП4*). На 4-й позиции включается контактор *31* и выключается контактор *32*. Остаются включенными секции *СП1* и *СП2* реостата. На 5-й пусковой позиции отключаются контакторы *31* и *34* и включается контактор *33*. Таким образом, последовательно с реостатом *СП1* оказывается подключенным *СП5* (вместо *СП2*). Подключенное сопротивление реостатов еще уменьшается. На 6-й позиции дополнительно подключается контактор *35*, включая параллельно секции *СП1*, секции *СП2...СП4*. На 7-й позиции выключается контактор *32*, создавая дополнительную параллельную ветвь. На 8-й позиции дополнительно включается контактор *34*, вновь уменьшая сопротивление подключенных реостатов. 9-я позиция является безреостатной, так как выключающийся на этой позиции контактор *35* полностью выводит пусковые реостаты. На 10-й пусковой позиции включением контактора *36* производится подключение реостата параллельно обмотке возбуждения тягового двигателя. На этой позиции возбуждение уменьшается на 30%. На последней, 11-й, пусковой позиции включением контактора *37* возбуждение еще уменьшится. На этой позиции ослабление возбуждения происходит на 60%. Наибольшая скорость движения троллейбуса с нормальной нагрузкой на горизонтальном участке дороги 60 км/ч. На троллейбусе 9Тр2 (рис. 160, б) по сравнению с троллейбусом 9Тр3 исключен тормозной контактор *808*, а для переключения на тормозной режим добавлен контак-

тор 26. В остальном при пуске и движении на ходовых позициях путь тока силовой цепи остается таким же, как и на троллейбусе 9Тр3.

Схема силовой цепи троллейбуса *Т11* производства СССР принципиально сходна с рассмотренной схемой троллейбуса 9Тр3, но имеет большее число секций реостатов. Благодаря этому пуск и торможение осуществляются более плавно. Число пусковых позиций на этом троллейбусе увеличено до 13.

§ 57. Схемы силовых цепей троллейбусов при электрическом торможении

На троллейбусах ЗИУ-5 и ЗИУ-682Б существуют две ступени электрического торможения. Рассмотрим электрические цепи на первой ступени, соответствующей позиции *Т1* реостатного торможения (см. рис. 159). Если тормозная педаль нажата после вы бега, то включаются тормозной контактор *Т* и контактор *Ш3*. Если тормозная педаль нажата при движении троллейбуса под током (на ходовом режиме), то выключаются предварительно контакторы *ЛК1*, *ЛК2* и *Р*. Контакторм *Т* образуется тормозной контур: обмотка якоря тягового двигателя, секции *Р21-Р12* тормозного реостата, контактор *Т*, шунт амперметра, реле *РМТ* и *РУ1*. Цепь тока независимой обмотки тягового двигателя проходит от провода контактной сети через токоприемник *Т1*, реактор помехоподавления *РР1*, автоматический выключатель *АВ*, контактор *Ш3*, секции *Р21-Р13*, *Р13-Р24-Р14* реостатов, обмотку *Ш-ШШ*, секции *Р15-Р16*, выключатель *ВВЦ2* реактор помехоподавления *РР2*, токоприемник *Т2*, провод контактной сети. После включения контактора *Т* включается контактор *Ш1*, благодаря чему секция *Р15-Р16* выводится и увеличивается ток независимой обмотки, а следовательно, возбуждение и тормозное усилие.

При установке тормозной педали в положение *Т2* дополнительно включается контактор *Ш2*. Из цепи независимой обмотки тягового двигателя выводится секция *Р13-Р14*. При этом усиливается возбуждение и тормозной эффект. При дальнейшем нажатии на тормозную педаль включается пневматический тормоз, который действует совместно с электрическим. Для уменьшения нагрева независимой обмотки тягового двигателя во время стоянки, если нажата тормозная педаль (что необходимо на уклоне), контактор *Ш2* отключается, и ток в этой цепи уменьшается. Отключение контактора *Ш2* происходит благодаря реле *РМТ*, обмотка которого во время стоянки обесточена, и контакты *РМТ* отключают цепь обмотки контактора *Ш2*.

Скорость троллейбуса при использовании электрического торможения может быть снижена до 7...5 км/ч.

При сбросе тормозной педали троллейбуса в нулевое положение отключается питание обмотки контактора *Ш3*, *Ш2* и реле времени *РВ1*. Первым отключается контактор *Ш2*, уменьшая возбуж-

дение, затем *Ш3*, разрывая цепь обмотки возбуждения. После срабатывания реле *РВ1* отключается контактор *Т*, который своим контактом размыкает цепь уже обесточенного тормозного контура.

Электрическое торможение троллейбуса 9Тр3. Обмотка возбуждения тягового двигателя при электрическом торможении получает питание от генератора. При этом обмотка возбуждения генератора питается от аккумуляторной батареи. При нажатии тормозной педали силовая цепь отключается линейным контактором *21* (рис. 160, а), но при условии, что в тормозную систему поступит достаточно сжатого воздуха для удержания троллейбуса на уклоне. При нажатии тормозной педали на 1-ю позицию включаются контакторы *24*, *25* и *808* и реле дополнительного возбуждения *8021*. Благодаря контактам этого реле происходит переключение обмотки возбуждения генератора на питание от аккумуляторной батареи. В обмотку возбуждения тягового двигателя ток поступает по цепи: зажим «плюс» генератора, резистор *ВС*, контактор *24*. Далее цепь тока замыкается через обмотку *КК-К*, резистор *СШ3*, контактор *808*, зажим «минус» генератора. Тогда ток тягового двигателя проходит обмотку добавочных полюсов, реостаты *СП1...СП4*, контактор *25*, резистор *ВС*, контактор *24*. Троллейбус тормозится.

При нажатии на 2-ю тормозную позицию включается контактор *34* и выводятся реостаты *СП3* и *СП4*. При нажатии на 3-ю позицию включается контактор *37*, который выводит реостаты цепи возбуждения. При увеличенном токе возбуждения увеличивает ся тормозное усилие.

При торможении каждой позиции тормозной педали соответствует свое тормозное усилие — на 1-й минимальное, на 2-й — среднее, на 3-й — максимальное. При снижении скорости движения троллейбуса до 3...5 км/ч электрическое торможение прекращается.

Электрическое торможение троллейбуса 9Тр2. Тормозная педаль этого троллейбуса имеет семь тормозных позиций. Это позволяет регулировать скорость движения троллейбуса на затяжных уклонах с переменным продольным профилем пути в достаточных пределах.

На 1-й тормозной позиции включаются контакторы *24*, *25* и *31* (рис. 106, б). Тяговый двигатель переходит в тормозной режим работы. Ток проходит по цепи: обмотка якоря *ТД*, контактор *24*, обмотка возбуждения тягового двигателя *К-КК*, амперметр *А*, контакторы *25* и *31*, все секции *СП4-СП1* пусковых реостатов, обмотка добавочных полюсов, обмотка якоря *ТД*.

На 2-й тормозной позиции включается контактор *32* и выключается контактор *31*, следовательно, выводится секция *СП4* реостатов. На 3-й тормозной позиции дополнительно включается контактор *34*, подключая секцию *СП4* реостатов параллельно секции *СП3*.

На 4-й позиции вновь вместо контактора *32* включается контактор *31* и выводятся секции *СП4* и *СП3* реостатов. 5-я позиция ха-

рактеризуется выключением контакторов 31 и 34 с одновременным включением контактора 33. При этом оказываются включенными в тормозной контур секции СП5 реостатов последовательно с секцией СП1. На 6-й позиции добавляется включение контактора 35, благодаря чему параллельно секции СП1 реостатов включены секции СП4-СП2.

Наконец, на 7-й позиции дополнительно включается контактор 32, чем образуется смешанное соединение всех секций пуско-тормозных реостатов. Таким образом, на каждой тормозной позиции по мере нажатия на педаль подключается уменьшенное сопротивление. При этом тормозной ток и тормозное усилие увеличиваются, а скорость движения троллейбуса уменьшается.

Электрическое торможение троллейбуса Т11. Схема этого троллейбуса близка к схеме троллейбуса 9Тр3. Отличие ее состоит в том, что имеется четыре ступени электрического торможения (на троллейбусе 9Тр3 имеется три ступени). Как и на троллейбусе 9Тр3, здесь применено электрическое торможение с независимым возбуждением. На троллейбусе Т11 предусмотрено после использования всех четырех ступеней электрического торможения действие пневматического тормоза.

§ 58. Токи утечки на троллейбусах. Причины их возникновения и способы обнаружения

Для нормальной работы трамвайных вагонов и троллейбусов необходимо, чтобы все электрические провода и аппараты имели надежную изоляцию. Сопротивление изоляции электрооборудования трамвайного вагона должно быть 1 МОм, а троллейбуса — 2 МОм, хотя и трамвайный вагон, и троллейбус работают от контактной сети с одинаковым напряжением 550 В.

Кузов троллейбуса электрически изолирован от земли, так как троллейбус имеет резиновые шины. Поэтому для питания его электрических цепей используют двухпроводную контактную сеть. При двухпроводной системе контактная сеть может быть выполнена с заземленным отрицательным проводом (обычно, когда одна и та же тяговая подстанция питает контактную сеть трамвая и троллейбуса) или с двумя изолированными от земли проводами. Однако и в первом, и во втором случаях кузов троллейбуса по отношению к земле имеет некоторый потенциал. В зависимости от состояния изоляции этот потенциал может иметь меньшее или большее значение. А это значит, что через человека, стоящего на земле и коснувшегося металлической части кузова, проходит электрический ток. В зависимости от этого тока человек может получить или неприятное ощущение, или травму, а в ряде случаев ток может оказаться опасным для жизни человека. Ток, проходящий через изоляцию токоведущих частей троллейбуса на кузов (и при наличии соединения — в землю), называют *током утечки*. Токи утечки могут возникать из-за неправильного монтажа электрооборудования, перетираания изоляции при тряске во время дви-

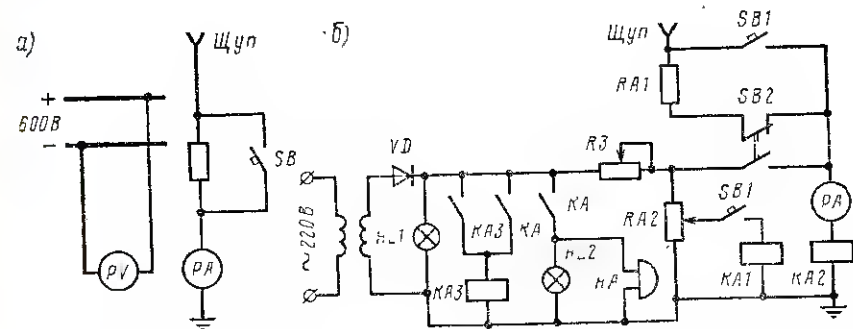


Рис. 161. Схемы для измерения тока утечки (а) и стационарного сигнализатора (б)

жения, попадания влаги и грязи, иалета медной или угольной пыли на изоляции. Особенно часто токи утечки возникают в сырую погоду, так как дождь, туман, мокрый снег значительно понижают сопротивление изоляции. Чтобы не допустить к работе троллейбусы, имеющие повышенный ток утечки, при всех видах ремонта и технического обслуживания измеряют сопротивление изоляции мегаомметром либо ток утечки (что проще) контрольными приборами. При простейшем способе измерения тока утечки пользуются миллиамперметром РА (рис. 161, а), вольтметром РВ и специальным шупом.

Перед определением тока утечки оба токоприемника устанавливают на плюсовой провод, чтобы все токоведущие провода находились под полным напряжением по отношению к земле. Если прикоснуться к неизолированной металлической части кузова троллейбуса шупом, то через резистор и миллиамперметр пройдет ток утечки. Если его значение не превышает нормы, то стрелка не дойдет до красной черты. В этом случае следует нажать кнопку SB и по показанию миллиамперметра определить ток утечки. Если же стрелка при касании шупа отклонилась за красную черту, то кнопку SB нажимать нельзя, так как в этом случае ток утечки превышает норму и миллиамперметр может выйти из строя. При этом необходимо проверять цепи троллейбуса по частям, чтобы найти неисправную цепь и ликвидировать в ней повреждение изоляции.

Вольтметр предусмотрен для контроля напряжения контактной сети. Если напряжение контактной сети отличается от нормального, то изменится и ток утечки. В этом случае, пользуясь вольтметром, необходимо корректировать показания миллиамперметра, приводя их к номинальному напряжению. Корректировку можно провести, пользуясь заготовленными таблицами или по формуле $i_y = n U_n / U_c$ (здесь i_y — ток утечки; n — показание миллиамперметра; U_c — показание вольтметра; U_n — номинальное напряжение контактной сети).

ВИДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ И ТРОЛЛЕЙБУСОВ

§ 59. Системы ремонтов

Для поддержания трамвайных вагонов и троллейбусов в технически исправном состоянии и обеспечения бесперебойной и безопасной работы на линии их подвергают техническому обслуживанию и плановым ремонтам.

Виды осмотров и ремонтов, а также периодичность их проведения в зависимости от срока работы трамвайных вагонов и троллейбусов или выполненного пробега устанавливаются системой технического обслуживания и ремонта, утверждаемой министерством жилищно-коммунального хозяйства союзной республики.

В каждом трамвайном и троллейбусном депо составляют график постановки трамвайных вагонов и троллейбусов в тот или иной вид планового ремонта и технического обслуживания и с учетом установленных межремонтных пробегов и календарных сроков. При планировании и выполнении ремонта и технического обслуживания трамвайных вагонов и троллейбусов следует руководствоваться:

Системой технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов;

Правилами депоовского ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов;

Руководством по заводскому ремонту трамвайных вагонов и троллейбусов;

технологическими инструкциями на ремонт отдельных узлов и агрегатов (колесных пар, рам тележек, передних и задних мостов троллейбусов, рессорного (пневморессорного) подвешивания тяговых двигателей, вспомогательных электрических машин, токоприемников и т. д.);

технологическими инструкциями на отдельные виды работ (сварочно-наплавочные работы, магнитную и ультразвуковую дефектоскопию деталей, проверку удельного сопротивления движению и др.).

Выполнение ремонта в установленном объеме и с надлежащим качеством подтверждается составлением технического акта приемки на каждый трамвайный вагон или троллейбус при выпуске его из планового ремонта.

К техническому обслуживанию относятся ежедневное обслуживание, контрольно-профилактический осмотр, ревизионно-преду-

Для определения токов утечки также могут быть использованы стационарные установки, которыми оборудуют поточные линии осмотра троллейбусов. В качестве примера рассмотрим схему сигнализатора тока утечки завода СВАРЗ. Такой сигнализатор (рис. 161, б) имеет щуп для касания металлических частей движущегося троллейбуса по поточной линии, реле КА, трансформатор 220/24 В, низковольтный выпрямитель, миллиамперметр РА, потенциометры RA2 и RA3, сигнальную лампу HL2, звуковой сигнал HA и кнопки КА. Реле КА имеет две катушки: КА1, которая подключена к выпрямителю на 24 В, и КА2, питающуюся при проверке троллейбуса через резистор RA1 или непосредственно током утечки (от контактной сети). Реле КА предварительно регулируется так, чтобы при работе двух катушек (КА1 и КА2) оно срабатывало в цепи щуп — земля при токе 3 мА, а при нажатой кнопке SB1, когда отключается катушка КА1, при токе 20 мА. Регулировку проводят от низковольтного выпрямителя при свободном от касания с троллейбусом щупе. Для такой регулировки используют ползунки потенциометров RA2 и RA3 при нажатой кнопке SB2.

Во включенном для работы сигнализаторе ток через катушку КА1 проходит все время, а через катушку КА2 только во время касания щупом металлической части троллейбуса (при наличии тока утечки). Ток утечки при этом проходит от кузова троллейбуса через щуп, резистор RA1, контакты кнопки SB2, миллиамперметр, обмотку КА2. Если ток утечки окажется более 20 мА, то реле КА срабатывает. Контакты реле КА включают обмотку реле КА3. Реле КА3 своими контактами включает сигнальную лампу HL2 и звуковой сигнал HA.

Для выявления тока утечки нажимают кнопку SB1, контакты которой шунтируют резистор RA1, и отключают питание катушки КА1. Прибор показывает ток утечки, и если ток утечки при этом будет 3 мА и более, то включается сигнализация.

Могут быть использованы сигнализаторы, работающие по другим схемам. Имеются указатели токов утечки, установленные непосредственно на троллейбусах, но они работают недостаточно надежно и широкого распространения не получили.

На троллейбусах производства ЧССР для проверки сопротивления изоляции имеется розетка с зажимами, установленная на приборном щитке водителя. Правила пользования ею указаны на крышке розетки. Токоприемники при измерении должны быть опущены, а высоковольтные цепи включены.

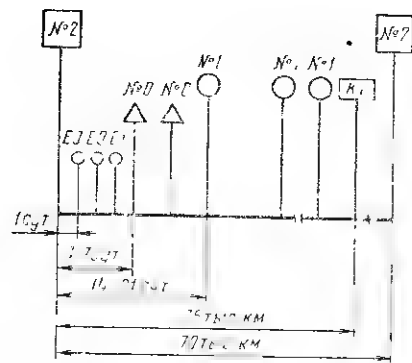


Рис. 162. Цикл технического обслуживания трамвайных вагонов

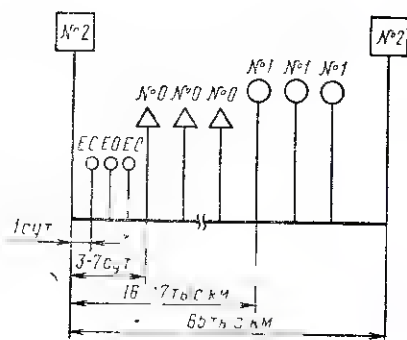


Рис. 163. Цикл технического обслуживания троллейбусов

предупредительный ремонт и кантовка тележек (для трамвайных вагонов), к плановым ремонтам — текущий (малый), средний и капитальный ремонты.

В техническое обслуживание трамвайных вагонов (рис. 162) входят:

ежедневное обслуживание (ЕО) — ежесуточно и преимущественно в ночное время;

контрольно-профилактический осмотр (№ 0) — в дневное время 2 раза в неделю. В передовых предприятиях, добившихся высокой культуры проведения осмотра и устойчивой работы вагонов на линии, осмотр производят один раз в неделю;

ревизионно-предупредительный ремонт (№ 1) — через 14—21 день;

кантовка тележек (КТ) — один раз между текущими ремонтами. Необходимость кантовки тележек диктуется неравномерным нарастанием износа по толщине реборды колесных пар в тележках (быстрее изнашиваются реборды передних направляющих колесных пар в каждой тележке вагона). При кантовке тележку поворачивают вокруг центрального шкворня на 180°, в результате чего колесные пары меняются местами и износ их реборд постепенно выравнивается.

В техническое обслуживание троллейбусов (рис. 163) входят: ежедневное обслуживание (ЕО) — ежесуточно, в ночное время;

контрольно-профилактический осмотр (№ 0) — в дневное время 2 раза в неделю (в передовых предприятиях — один);

ревизионно-предупредительный ремонт (№ 1) — через 16—17 тыс. км пробега.

Через 70 тыс. км пробега трамвайных вагонов (рис. 164) выполняют текущий ремонт (№ 2), через 140 тыс. км — средний ремонт (№ 3), через 280 тыс. км — капитальный ремонт (№ 4) I объема и через 560 тыс. км — капитальный ремонт (№ 5) II объема. За ремонтный цикл трамвайный вагон выполняет пробег 1120 тыс. км.

км, по времени это составляет около 18 лет. За этот период предусматривается проведение восьми текущих, четырех средних, двух капитальных ремонтов I объема и одного капитального ремонта II объема.

Рассмотренный полный ремонтный цикл является сроком службы трамвайного вагона, по его истечении трамвайный вагон исключают из инвентаря, при этом узлы и детали, годные для ремонта и дальнейшего использования, снимают и передают в кладовую депо. Первоначальная стоимость вагона ежегодно, пропорционально выполненному за истекший год пробегу, перечисляется бухгалтерией трамвайного управления в форме амортизационных отчислений на специальный счет в государственный бюджет.

Троллейбусы через 65 тыс. км пробега (рис. 165) подвергают текущему ремонту № 2, через 195 тыс. км — среднему ремонту № 3 и через 390 тыс. км — капитальному ремонту № 4. За ремонтный цикл троллейбус выполняет пробег 780 тыс. км, что по времени соответствует 12—14 годам. За этот период предусматривается проведение восьми текущих, двух средних и одного капитального ремонтов. Таким образом, для троллейбуса срок службы, а следовательно, и восстановления его первоначальной стоимости в форме ежегодных амортизационных отчислений составляет 12—14 лет непрерывной работы.

ГОСТ 18322—78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения» устанавливает термины и определения в области технического обслуживания и ремонта, являющиеся обязательными для применения в документации всех видов, а также в учебниках, учебных пособиях, технической и справочной литературе.

Техническое обслуживание — комплекс работ для поддержания в исправности трамвайных вагонов и троллейбусов. Плановое техническое обслуживание предусматривается нормативной документацией и осуществляется в плановом порядке.

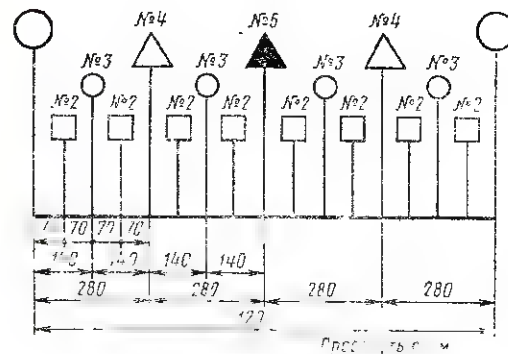


Рис. 164. Ремонтный цикл для трамвайных вагонов

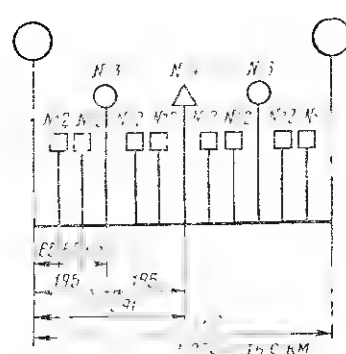


Рис. 165. Ремонтный цикл для троллейбусов

Ремонт — комплекс работ для поддержания и восстановления исправности трамвайных вагонов и троллейбусов.

Система технического обслуживания и ремонта представляет собой комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту трамвайных вагонов и троллейбусов с целью обеспечения их бесперебойной работы на линии.

Цикл технического обслуживания — наименьший повторяющийся период эксплуатации трамвайных вагонов и троллейбусов, в течение которого выполняются в определенной последовательности установленные виды технического обслуживания, предусмотренные нормативной документацией.

Ремонтный цикл — наименьший повторяющийся период эксплуатации трамвайных вагонов и троллейбусов, в течение которого осуществляются в определенной последовательности техническое обслуживание и ремонт, предусмотренные нормативной документацией. Периодичность технического обслуживания — пробег в километрах или время между двумя последовательно проводимыми техническими обслуживаниями одного вида.

Под продолжительностью технического обслуживания (ремонта) понимают календарное время проведения одного технического обслуживания (ремонта) данного вида. Трудоемкость технического обслуживания — это трудозатраты на проведение одного технического обслуживания трамвайного вагона (троллейбуса).

Плановым называют ремонт, предусмотренный в нормативной документации и осуществляемый в плановом порядке. Плановыми видами ремонтов трамвайных вагонов и троллейбусов являются: текущий, средний и капитальный ремонты.

Текущий ремонт — это ремонт, осуществляемый в процессе эксплуатации для гарантированного обеспечения работоспособности изделия, состоящий в замене и восстановлении его отдельных частей и их регулировке. Все расходы, связанные с выполнением текущего ремонта и технического обслуживания трамвайных вагонов и троллейбусов, оплачиваются за счет эксплуатационных средств городского электротранспорта, в отличие от расходов по производству среднего и капитального ремонта, которые оплачиваются за счет амортизационных отчислений.

Капитальный ремонт — это такой вид ремонта, при котором производится восстановление до уровня, близкого к построечным данным всех частей подвижного состава, включая базовые (рамы и кузова трамвайных вагонов и троллейбусов), путем замены или восстановительного ремонта.

При среднем ремонте устраняются существенные неисправности в базовых частях, однако восстановительного ремонта они не требуют.

Межремонтный период (пробег) — это время (выполненный пробег в километрах) между двумя последовательно проведенными ремонтами трамвайного вагона или троллейбуса.

Неплановый ремонт — это ремонт, выполнение которого оговорено в нормативной документации, но осуществляется в неплановом порядке. Необходимость непланового ремонта возникает при отказах в работе отдельных агрегатов, узлов, частей или при аварийных повреждениях трамвайных вагонов (троллейбусов) в процессе эксплуатации. К неплановому ремонту относится аварийный ремонт — устранение неисправностей подвижного состава по заявкам водителей, записанным в книгу трамвайного вагона (троллейбуса).

§ 60. Правила ремонта (Руководство по ремонту) в депо и на заводах

Министерством жилищно-коммунального хозяйства союзной республики утверждаются Правила депоовского ремонта и Руководство по заводскому ремонту трамвайных вагонов и троллейбусов. Правила ремонта и Руководство по ремонту являются основными документами, определяющими перечень работ, объем и технологию ремонта, основные размеры и допуски износа ответственных деталей.

В трамвайных и троллейбусных депо выполняют все виды технического обслуживания и текущий ремонт.

Капитальный и средний ремонты по сложности требуемого технологического оборудования и по трудоемкости относятся к заводским ремонтам и выполняются на ремонтных трамвайно-троллейбусных заводах. Так как мощность ремонтных заводов еще недостаточна и не соответствует потребности в ремонтах, в ряде трамвайных и троллейбусных управлений имеются ремонтные мастерские, где выполняют средние и капитальные ремонты трамвайных вагонов и троллейбусов.

Правила депоовского ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов предусматривают подробный перечень неисправностей, с которыми запрещается их выпуск из депо на линию. Ими определены основные требования к депоовским устройствам и оборудованию.

При выполнении ремонтов запрещено производить конструктивные изменения узлов и деталей без специального на то разрешения Главного управления городского электротранспорта МЖКХ. В целях экономии материалов неисправные детали, снятые с трамвайных вагонов и троллейбусов, тщательно осматривают и пригодные для восстановления ремонтируют.

На каждый трамвайный вагон и троллейбус, а также на их основные агрегаты и узлы должны быть паспорта, в которые заносят записи о выполнении ремонта и о работах по модернизации и усилению отдельных узлов.

Каждый случай выхода вагона из эксплуатации на линию должен рассматриваться руководителями депо с принятием мер по предупреждению подобных случаев.

Все ремонтные работы, выполненные слесарями при контрольно-профилактическом осмотре, ревизионно-предупредительном и текущем ремонтах, должны быть приняты мастерами (начальниками соответствующих цехов). Мастера цехов должны присутствовать при выполнении особо ответственных работ, таких как подъёмка и опускание кузова, выкатка тележек, передних и задних мостов, смена колесных пар или тяговых двигателей, ревизия зубчатых передач и редукторов в целом, ревизия роликовых букс, проверка действия аппаратов защиты в электрических цепях, проверка последовательности включения контакторов на позициях контроллера, проверка характеристик токоприемников, опробование трамвайных вагонов и троллейбусов под рабочим напряжением, испытание тормозного оборудования. При всех видах ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов в депо качество выполнения ремонтных работ контролируют приемщики отдела технического контроля (ОТК).

Выпуск трамвайных вагонов и троллейбусов из контрольно-профилактического осмотра и ревизионно-предупредительного ремонта оформляют записью мастера цеха в книге трамвайного вагона (троллейбуса); текущего, среднего и капитального ремонтов, когда их выполняют в депо объединенного типа, — личным осмотром и составлением акта приема за подписями начальника цеха (мастера) и приемщика ОТК.

Начальник депо и главный инженер обязаны ежемесячно выполнять выборочную контрольную проверку трамвайных вагонов и троллейбусов, выходящих из ремонта.

При выпуске трамвайных вагонов и троллейбусов из текущего и плановых ремонтов производится испытание их пробной поездкой на расстояние не менее 25 км с участием мастера (начальника) цеха и приемщика ОТК. После обкатки определяют удельное сопротивление движению и приводят его в соответствие с установленными нормами.

На капитальный и средний ремонты трамвайных вагонов и троллейбусов, в соответствии с государственным стандартом, разрабатывается Руководство по капитальному ремонту и Руководство по среднему ремонту или соответствующие Технические условия. Содержания Руководства и Технические условия аналогичны, поэтому эти два документа взаимно исключают друг друга. Однако в связи со специализацией ремонтных заводов на ремонте отдельных типов трамвайных вагонов и троллейбусов и при различной технической оснащенности предприятий на заводах, как правило, на основе руководства разрабатываются технические условия на капитальный и средний ремонты данного типа трамвайного вагона и троллейбуса.

Руководство по заводскому (среднему и капитальному) ремонту трамвайных вагонов и троллейбусов предусматривает выполнение ремонтов на основе взаимозаменяемости узлов, агрегатов и деталей запасными, заранее отремонтированными и испытанными.

Заменяют также крупные узлы, как тележки трамвайных вагонов в сборе, задний и передний мосты троллейбуса, вспомогательные электрические машины, пневматическое оборудование, панели с электрической аппаратурой. Такой метод ремонта называется крупноагрегатным. Его внедрение способствует снижению продолжительности и повышению качества ремонта.

Отправке в заводской ремонт подлежат трамвайные вагоны и троллейбусы, выполнившие норму межремонтного пробега. Если трамвайный вагон или троллейбус выполнил установленный межремонтный пробег, но по техническому состоянию еще не требует заводского ремонта, составляют акт, утверждаемый начальником трамвайного (троллейбусного) управления, в котором устанавливают дополнительный пробег или срок, на который можно продлить эксплуатацию его до заводского ремонта. Трамвайный вагон или троллейбус, не выполнивший установленного пробега, но требующий по своему состоянию капитального или среднего ремонта, может быть отправлен на завод только с разрешения Главного управления городского электротранспорта.

Трамвайные вагоны (троллейбусы) должны поступать на завод в рабочем состоянии. Не допускается снимать с него отдельные части или заменять их неисправными.

Ниже приводится укрупненный перечень ремонтных работ, выполняемых при различных видах технического обслуживания и ремонта.

При ежедневном обслуживании (ЕО) трамвайных вагонов и троллейбусов проверяют правильность действия тормозов и песочниц, наличие и соответствие друг другу лобовых и боковых маршрутных указателей, сигналов и прочей экипировки, выполняют наружную мойку и внутреннюю уборку, устраняют технические неисправности по заявкам водителей. В сроки, предусмотренные горисполкомом, производят дезинфекцию трамвайных вагонов и троллейбусов.

При контрольно-профилактическом осмотре (№ 0) устанавливается соответствие узлов и деталей трамвайных вагонов (троллейбусов) условиям обеспечения бесперебойного и безопасного движения. При осмотре устраняют все выявленные, а также записанные водителем неисправности, возникшие во время работы на линии, проверяют крепление деталей, протирают от пыли и грязи изоляционные части электрооборудования, очищают, регулируют и смазывают отдельные механизмы. Убирают салон и моют кузов. Перечень работ при контрольно-профилактическом осмотре является обязательным для выполнения при всех последующих видах технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов.

В последние годы на передовых трамвайных и троллейбусных предприятиях все более широкое применение находят стенды технической диагностики, позволяющие без разборки и детального осмотра определять состояние отдельных узлов и агрегатов и принимать решение о необходимости ремонтного вмешательства или

возможности дальнейшей эксплуатации без ремонта. Например, в трамвайных и троллейбусных депо Москвы, Ленинграда, Киева, Челябинска на специальных диагностических стендах проверяют эффективность действия тормозов троллейбуса, сходжение и развал колес переднего моста, ток утечки, нажатие токоприемников трамвая и троллейбуса на контактный провод и другие параметры. Введение средств технической диагностики дает возможность корректировать режимы технического обслуживания и ремонта для каждого трамвайного вагона и троллейбуса и поддерживать их работоспособность с максимальным технико-экономическим эффектом.

Таким образом, устраняются недостатки, присущие существующей системе технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта (обслуживание деталей, узлов и агрегатов, не имеющих достаточного износа, усталости и старения; поломки узлов, сроки профилактики которых завышены).

При ревизионно-предупредительном ремонте (№ 1) вскрывают смотровые люки редукторов для проверки зацепления зубчатых колес, износа зубьев, измеряют зазоры в зубчатых колесах и подшипниках качения. Продувают сжатым воздухом давлением 0,2—0,25 МПа электрические машины и аппараты, измеряют динамометром и регулируют нажатие пальцев на щетки тяговых двигателей и вспомогательных электрических машин, регулируют автоматический выключатель на ток срабатывания для защиты электрооборудования при коротком замыкании или перегрузках, проверяют развертку реостатного контроллера и последовательность включения контакторов при различных положениях контроллера водителя. При сезонных изменениях погоды 2 раза в год (весной и осенью) проверяют сопротивление изоляции высоковольтных цепей. Проверяют подачу компрессора, проводят ревизию клапанных коробок, выполняют очистку фильтров пневмосистемы.

При текущем ремонте кузовов трамвайного вагона и троллейбуса поднимают на домкратах и устанавливают на специальные тумбы. Ремонтируют обшивку кузова, крышу, пол, стены и потолок салона, кузов окрашивают снаружи и внутри. Тслежки трамвайных вагонов и мосты (задний и передний) троллейбусов выкапывают и производят ремонт с разборкой, очисткой и дефектовкой всех деталей, разбирают и ремонтируют редукторы, проверяют магнитным дефектоскопом состояние валов и зубьев шестерен. Колесные пары трамвайных вагонов подвергают обыкновенному освидетельствованию, обтачивают или сменяют бандаж. Колеса троллейбусов при ремонте полностью разбирают. Компрессор, тормозное и пневматическое оборудование проходят ревизию и ремонт с разборкой и последующим испытанием. Производят пропиточный ремонт тяговых двигателей и вспомогательных машин с последующими испытаниями на специальных стендах. Аккумуляторные батареи промывают и ремонтируют; защитную аппаратуру, электрические и электропневматические аппараты ремонтируют, испытывают и регулируют, проверяют состояние изоляции

электрических цепей. Снимают с подвижного состава сцепные приборы и рычажную тормозную передачу, выполняют их ревизию и ремонт.

При среднем ремонте установлены более жесткие допуски на износ узлов и деталей, поэтому объем ремонтных работ значительно превышает объем работ при текущем ремонте. Раму кузова очищают от грязи и ржавчины, элементы рамы тщательно проверяют на наличие трещин. Обнаруженные трещины разделявают и заваривают, ставят усиливающие накладки. Секции каркаса кузова в доступных местах очищают от грязи и ржавчины, устраняют их прогиб, заваривают трещины, заменяют утратившие плотность посадки болты и заклепки. Заменяют деформированные листы обшивки, облицовочные декоративные профили. Кузов после ремонта обшивки подвергают на специальной установке проверке на герметичность крыши, боковой и лобовой обшивки.

Снимают с подвижного состава двери и их привод. Заменяют поврежденные листы внутренней обшивки салона и кабины водителя. При ремонте пола облицовочное покрытие заменяют новым, щиты настила пола и подножки очищают, поврежденные заменяют. Наружную окраску кузова выполняют, очистив полностью или частично старую краску в зависимости от ее состояния. Производят ревизию воздухопроводов, поврежденные участки заменяют.

При капитальном ремонте трамвайных вагонов и троллейбусов размеры всех ответственных деталей восстанавливают до построечных размеров. Значительно возрастает объем ремонта базовых деталей. Проверяют раму кузова, при наличии изгибов выполняют ее правку. Поврежденные секции каркаса кузова заменяют новыми. Подлежат обязательной замене двери и их приводы, наддверные листы наружной обшивки кузова, у трамвайных вагонов — надколесные кожуха, а у троллейбусов — нижний лист переднего борта и нижние угловые листы, уплотняющие профили оконных рам. Кузова окрашивают снаружи, полностью удалив старую краску до металла. Все воздухопроводы заменяют новыми. Редукторы ремонтируют, заменяя зубчатые колеса и подшипники. Электрические машины заменяют новыми или прошедшими капитальный ремонт. На трамвайных вагонах колесные пары подвергают полному освидетельствованию, переформировывают и заменяют негодные элементы: оси, колесные пары, зубчатые колеса, подшипники.

При капитальном ремонте второго объема полностью заменяют провода и кабели высоковольтных и низковольтных электрических цепей.

ДЕПО И ЛИНЕЙНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

§ 61. Трамвайные и троллейбусные депо и их оснащение

Классификация и размещение депо. Трамвайное (троллейбусное) депо представляет собой комплекс зданий и сооружений, предназначенный для производства ремонта, технического обслуживания и хранения трамвайных вагонов (троллейбусов), расположенный на огражденной территории. Высота ограждения 1,6 м. По характеру выполняемых работ различают депо эксплуатационного и депо объединенного типа (с мастерскими), по способу хранения трамвайных вагонов (троллейбусов) — депо с открытым и закрытым хранением.

Депо эксплуатационного типа предназначено для хранения, технического обслуживания и выполнения несложных ремонтов трамвайных вагонов (троллейбусов), как правило, включая текущий ремонт. Средний и капитальный ремонты в этом случае выполняют на вагоноремонтных заводах или в отдельных ремонтных мастерских.

Депо объединенного типа предназначено для хранения, технического обслуживания и выполнения всех видов ремонта трамвайных вагонов (троллейбусов).

В депо с закрытым хранением предусматривается крытое помещение, достаточное по площади для размещения приписанных к депо трамвайных вагонов (троллейбусов). Ввиду большой стоимости депо этого типа пока не получили распространения, хотя необходимость их строительства в северных районах нашей страны очевидна.

По числу обслуживаемых трамвайных вагонов (троллейбусов) различают депо на 100, 150, 200 и более единиц. Наибольшее распространение получили депо на 100 и 150 трамвайных вагонов (троллейбусов) с открытой стоянкой и мастерскими. Последнее время, в связи с вводом в действие специализированных заводов по ремонту трамвайных вагонов и троллейбусов, в отдельных городах строят депо эксплуатационного типа. Крупные депо, рассчитанные на обслуживание 200 и более единиц, имеются только в больших городах. При проектировании депо, ремонтных мастерских и заводов принимают следующие расчетные размеры:

длина трамвайного вагона четырехосного 15, шестиосного 23, восьмиосного 32 м, ширина 2,6 и высота 3,15 м;

длина троллейбуса 12, ширина 2,5 и высота 3,35 м.

Место расположения депо оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели его работы. При выборе земельного участка под строительство депо необходимо учитывать следующие условия:

депо должно находиться в районе возникновения или окончания основных пассажирских потоков с таким расчетом, чтобы нулевые пробеги трамвайных вагонов (троллейбусов) были минимальными. (Нулевым принято считать пробег вагона или троллейбуса от депо до конечной станции, от которой начинается работа на маршруте по расписанию). В городе районами возникновения пассажиропотоков являются жилые массивы, а районами их окончания — объекты приложения труда (заводы, фабрики, учебные заведения, стройки, учреждения и т. д.). При прочих равных условиях следует отдавать предпочтение районам возникновения пассажиропотоков, так как депо, расположенное в районе жилого массива, значительно легче укомплектовать кадрами и сохранить их при минимальной текучести;

расстояние от депо до ближайшей маршрутной линии должно быть не более 500 м, что снижает стоимость строительства и последующей эксплуатации трамвайных вагонов (троллейбусов);

площадки для строительства депо должны иметь благоприятные гидрогеологические условия и находиться в районе расположения тепловых, водопроводных, канализационных и электросиловых магистралей.

Генеральный план депо определяет площадь и размещение строений на территории депо. При вместимости, равной 100 трамвайным вагонам, территория трамвайного депо занимает площадку примерно в 7 га (350×200 м). При вместимости 200 троллейбусов территория троллейбусного депо эксплуатационного типа с открытой стоянкой занимает площадку 5,63 га (225×250 м).

На территории трамвайного (троллейбусного) депо размещены: главный корпус, административно-бытовой корпус, открытая стоянка трамвайных вагонов (троллейбусов), диспетчерская и отдел сбора выручки, подземная стоянка электрокар, склад для хранения металлов, склад горючесмазочных материалов, резервуары для воды, комплекс очистных сооружений, проходная (на въезде) и помещение для диспетчера по выпуску (на выезде). Для отопления депо, как правило, используются районные котельные.

Ворота для въезда на территорию депо или выезда из нее располагаются от проезжей части улицы на расстоянии не менее длины поезда (трамвайного вагона, троллейбуса). Их ширина должна быть не менее 4,6 м. Здания и сооружения на участках депо располагают с учетом технологической связи между ними, принятой схемы движения трамвайных вагонов (троллейбусов) в процессе их осмотра, ремонта, хранения и выпуска на линию, требований противопожарной охраны, архитектурно-планировочных и санитарно-технических требований и перспективы дальнейшего развития хозяйства. Движение трамвайных вагонов (троллейбу-

сов) на территории депо предусматривается в одном направлении по кольцевой схеме. На площадке отстоя вагонов и троллейбусов остается всегда свободным обгонный путь.

При въезде на территорию депо возвращающиеся с линии трамвайные вагоны (троллейбусы) принимаются приемщиком и, после изъятия из касс выручки, направляются для дневного отстоя или ночного хранения на открытую стоянку. Стоянка рассчитана на одновременное размещение всех вагонов (троллейбусов), приписанных к депо, за вычетом вагонов (троллейбусов), находящихся в плановых ремонтах. Стоянки трамвайных вагонов и троллейбусов имеют твердое покрытие. Продольные уклоны трамвайных путей и площадки для стоянки троллейбусов должны быть не более 2,5‰, а поперечные — не более 20‰. При расстановке трамвайных вагонов (троллейбусов) предусматривают проезды для пожарных автомобилей как в продольном, так и в поперечном направлении шириной не менее 3,5 м. Расстояние между пожарными проездами на стоянках трамвайных вагонов в продольном направлении 125, в поперечном 25 м, а на стоянках троллейбусов в продольном направлении 100 м. Расстояние между осями смежных путей 3,8 м, между осями рядом стоящих троллейбусов 4,0 м, а для возможности выезда любого троллейбуса со стоянки через каждые два ряда делают проезд, равный 3,5 м (выполняют роль пожарного проезда). Расстояние между наиболее выступающими частями стоящих друг за другом трамвайных вагонов и троллейбусов 1,5 м. Расстояние от оси крайнего трамвайного пути или ряда троллейбусов до ограды территории 12,0 м, до стен зданий при наличии в них выходов 9,0 м, то же при отсутствии выходов 3,6 м.

Складские помещения строят, размещают и оборудуют так, чтобы обеспечить: максимальное использование вместимости складов; возможность свободного перемещения материалов и транспортных средств внутри складских помещений; возможность проведения складских операций в любое время года; соблюдение пожарной безопасности и техники безопасности. Конструкция склада должна обеспечить необходимые способ и условия хранения материалов, а также способ их погрузки и выгрузки. Например, электроизоляционные материалы, электрические аппараты и машины, кабель, электропроводку, спецодежду, хранят в отопляемых, хорошо вентилируемых помещениях. В закрытых неотапливаемых помещениях хранят аккумуляторы, лом цветных металлов, кровельные материалы, войлок, стекло и другие строительные материалы; черные металлы могут храниться на открытой площадке, под навесом или в закрытых неотапливаемых помещениях.

Электроснабжение депо осуществляется: контактных сетей — от отдельного питающего фидера ближайшей тяговой подстанции постоянным током напряжением 550 В, электроприводов станочного оборудования — переменным током напряжением 380/220 В; электроосвещения — напряжением 220 В от трансформаторной подстанции депо, размещенной в одном из помещений главного корпуса депо.

Депо имеет следующие виды связи: внутренний телефон, диспетчерскую связь, радиоузел с радиосетью. Внутренняя телефонная сеть своим коммутатором обеспечивает связи: руководителей депо, отделов, цехов, участков, мастерских и имеет выход в городскую телефонную сеть. Диспетчерская связь — это прямая некоммутируемая связь, обеспечивающая возможность непрерывного руководства и контроля над проведением технологических процессов, непосредственно связанных с техническим обслуживанием, ремонтом, экипировкой, приемкой и выпуском трамвайных вагонов (троллейбусов) на линию. Источником питания электроэнергией устройств связи является сеть переменного тока общего назначения. Для аппаратуры связи, требующей питание постоянным током, предусмотрены выпрямители. Радиоузел с радиосетью обеспечивает возможность громкоговорящей передачи вызовов, распоряжений и указаний работникам предприятия, находящимся на различных рабочих местах. Для дистанционного управления стрелочными переводами трамвайных путей на территории депо служат устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ).

Для управления стрелками и сигналами предусмотрены пост централизации и взаимозависимость (блокировка) положения стрелок и показаний сигналов. Стрелочные переводы на территории депо оборудованы устройством обогрева стрелок для обеспечения их нормальной работы и плотного прилегания пера при переводе в осенне-зимний период.

В административно-бытовом корпусе размещены административно-хозяйственные и санитарно-бытовые помещения. К административно-хозяйственным помещениям относятся: кабинеты административного и общественного персонала, помещения бухгалтерии, кассы, планового и производственно-технического отделов, отдела кадров, отдела снабжения, диспетчерской, узла связи и др. К санитарно-бытовым помещениям относятся: душевые, умывальные, раздевалки (гардеробные), туалеты, медпункт, комнаты для отдыха бригад, красные уголки. Административно-бытовой корпус соединен с главным корпусом отопляемым переходом — подземным или на уровне второго этажа, что создает условия для удобного перехода из корпуса в корпус, предохраняет работающих от простудных заболеваний и не создает препятствий трамвайным вагонам и автотранспорту при передвижении его по территории между главным и административно-бытовым корпусом.

Назначение и технологическая планировка главного корпуса депо. В главном корпусе трамвайного депо (рис. 166) размещены: цех технического обслуживания (профилакторий), цех плановых ремонтов, производственные мастерские, вспомогательные и подсобные помещения.

К вспомогательным помещениям относятся: инструментальное отделение, отделение главного механика (включая экспериментальную группу); к подсобным — склады, промежуточные кладовые, помещения для хранения инвентаря и отдыха уборщиц, поме-

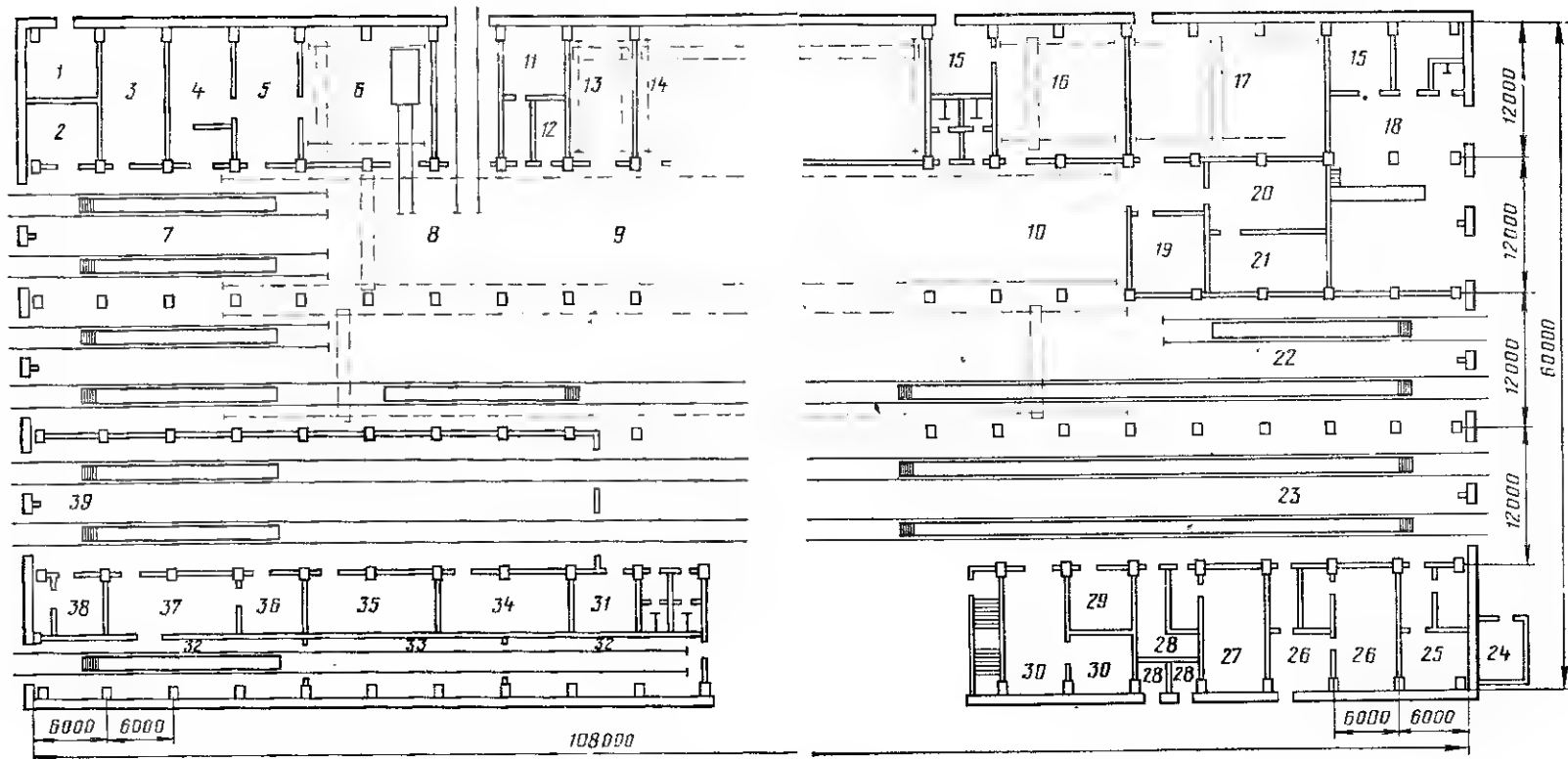


Рис. 166. Примерная планировка главного корпуса трамвайного

1 — станция нейтрализации промышленных стоков; 2 — компрессорная; 3 — моечно-дефектовочный участок; 4 — кузовное (вагоносборно-сварочное) отделение с испытательной станцией; 5 — механико-электросварочное отделение; 6 — электротехническое отделение; 7 — проно-рессорное отделение; 8 — раздаточная кладовая; 9 — гараж спецавтотранспорта; 10 — пневматическое отделение; 11 — мастерская по ремонту предупредительного ремонта; 12 — поточные линии контрольно-профилакти-лораздаточная; 13 — инструментальное отделение; 14 — трансформаторная деление; 15 — участок для изготовления резинотехнических и капроновых вой узел; 16 — насосная и смесительная станция; 17 — участок для мойки и уборки; 18 — моечно-уборочное отделение

депо объединенного типа:

3 — стоярное отделение; 4 — полировочный участок; 5 — цех гальвано-роночное) отделение; 6 — слесарно-сборочное (тележечное) отделение; 7 — ское отделение с колесотокарным участком; 8 — обойное отделение; 9 — ниточно-сушильный участок; 10 — промежуточная кладовая; 11 — кузнеч-томашин; 12 — пневматическое отделение; 13 — мастерская по ремонту предупредительного ремонта; 14 — поточные линии контрольно-профилакти-лораздаточная; 15 — инструментальное отделение; 16 — трансформаторная деление; 17 — участок для изготовления резинотехнических и капроновых вой узел; 18 — насосная и смесительная станция; 19 — участок для мойки и уборки; 20 — моечно-уборочное отделение

шение для мойки трамвайных вагонов (троллейбусов), компрес-сорная станция, тепловой узел с насосной станцией, трансформа-торная подстанция, гараж для автомашин, склад сырого песка, пескосушняка, маслораздаточная, насосная и смесительная стан-ция.

Цех технического обслуживания (ТО) предназначен для вы-полнения ежедневного обслуживания, контрольно-профилактиче-ского осмотра № 0, ревизионно-предупредительного ремонта № 1, заявочного и случайного ремонтов без подъема кузова. В поме-щении цеха ТО размещается моечно-уборочное отделение.

Цех ТО в современных депо проектируют проходного типа с организацией работ по поточному методу. Цех состоит из двух или

более отдельных помещений, в одном из которых размещено обо-рудование для моечных и уборочных работ, в другом — для вы-полнения контрольно-профилактического осмотра и экипировки, ревизионно-предупредительного, заявочного и случайного ремонтов и аккумуляторное отделение.

Моечно-уборочное помещение отделено от помещения техни-ческого осмотра стеной с воротами для прохода вагонов. Моечная зона оборудована моечными установками, калориферами, уста-новками для приготовления моющих эмульсий, обеспечена сжатым воздухом, горячей и холодной водой. В моечной зоне предусмот-рены удобный отвод сточных вод, грязесборники, площадки для обогрева, продувки, мойки, уборки и сушки трамвайных вагонов

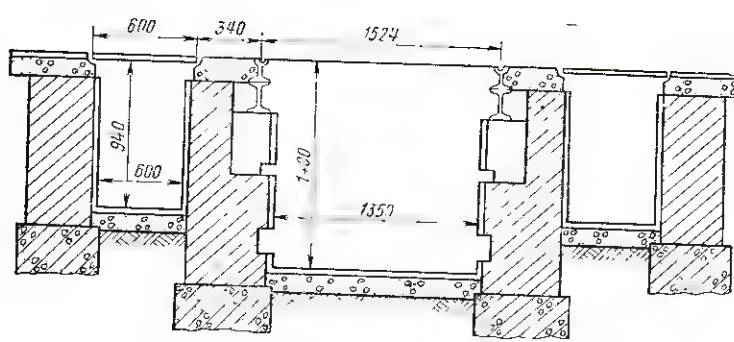


Рис. 167. Смотровая канава трамвайного депо

(троллейбусов) со смотровой канавой, контактной сетью, промышленными пылесосами и другими устройствами.

Помещение второй зоны (смотрового и экипировочного отделения) оборудуют эстакадами или смотровыми канавами. При устройстве эстакад значительно улучшаются условия проведения осмотров и ремонтов, а также условия обслуживания рабочих мест слесарей различными механизмами, инструментом, запасными частями. Смотровые каналы в трамвайных и троллейбусных депо, как правило, делают с приямками (рис. 167) для осмотра подкузовного оборудования, расположенного под полом и вдоль фальшбортов с обеих сторон трамвайного вагона (троллейбуса). Стены канавы и приямков выполнены из кирпичной кладки на железобетонном основании и облицованы плитками.

Ширина по боковым стенкам трамвайной канавы 1350, троллейбусной — 900 мм, глубина соответственно 1400 и 1260 мм. Приямки имеют ширину по 600 и глубину 800—940 мм. Дно канавы и приямков выполнено из бетона и покрыто асфальтом. Оно имеет уклон для стока воды в канализацию. Канава снабжена нишами для размещения устройств освещения и отопления, запасных частей, инструмента и приспособлений.

Вдоль трамвайной канавы с обеих сторон укладывают деревянные брусья или двутавровые балки, к которым крепят рельсы. Вдоль верхних краев продольных стенок троллейбусных канав располагают ходовые дорожки для движения троллейбусов шириной 1000 мм каждая. Для предупреждения схода колес троллейбуса в канаву края продольных стен канав ограждают предохранительными ребрами высотой 100—125 мм, которые в передней части канав (по ходу троллейбусов) сужаются внутрь колеи под углом 30°, образуя направление для колес при въезде троллейбуса на канаву.

Канавы, независимо от длины и назначения, должны иметь два выхода, не закрытые стоящими на них вагонами или троллейбусами. При длине канавы, рассчитанной на один трамвайный вагон (троллейбус), один из выходов (как аварийный) допускается выполнять лестницей в виде металлических скоб в торцевой стенке

канавы. Основной выход имеет стационарную лестницу с шириной и высотой ступенек по 250 мм.

В смотровых и ремонтных канавах с учетом требований техники безопасности устанавливают стационарные светильники напряжением 36 В и переносные на 12 В. Канавы оборудуют приборами отопления, устройством подвода сжатого воздуха с давлением 0,5—0,6 МПа для подключения пневматического инструмента и продувки ящиков резисторов и аппаратуры. В смотровые каналы на пост экипировки прокладывают трубопроводы для подачи масла и устанавливают маслоприемники для отработанного масла. Во избежание загустевания подаваемых смазочных материалов маслопроводы надежно утепляют или монтируют вместе с электрообогревателями из проводников с высоким омическим сопротивлением.

Длинные каналы должны иметь переходные мостики шириной не менее 0,8 м через каждые 35—40 м по длине канавы.

Контактную сеть над смотровыми канавами оборудуют разьединителями и устройствами сигнализации о наличии напряжения в контактной сети и предупредительной световой и звуковой сигнализации о передвижении вагонов по зонам.

Для осмотра крышевого оборудования вагонов в цехе технического обслуживания сооружают специальные вышки, по краям их устанавливают перила высотой не менее 1000 мм. Проемы для выхода на крышу закрывают дверками с надежными запорами. Вышку располагают на междупутье с таким расчетом, чтобы с ее площадки можно было обслужить вагоны, находящиеся на двух смежных смотровых канавах. По высоте пол площадки располагают на уровне крыши вагона. Зазор между кромкой крыш и полом площадки должен быть не менее 100 и не более 200 мм.

Для устранения сквозняков и предупреждения охлаждения цеха по периметру наружных ворот устанавливают воздушные завесы с подогревом или без подогрева воздуха. Более эффективными являются воздушные завесы с подогревом воздуха, поэтому они получили широкое распространение. Конструкция их несложна. У наружных ворот цеха технического обслуживания устанавливают стояки с диффузорами, через которые подогретый в электрокалориферах воздух поступает в проем ворот. Электрический привод установки тепловой завесы заблокирован с положением ворот таким образом, что при открывании ворот электродвигатели воздушной завесы включаются, а при закрывании — отключаются.

Въездные и выездные ворота цехов ТО и ремонта трамвайных вагонов (троллейбусов) оборудуют механическими приводами для их открывания и закрывания. Ворота обеспечивают беспрепятственное прохождение токоприемников, створки их подвешены с упором на шариковые подшипники, что позволяет сравнительно легко их перемещать, в открытом положении створки надежно фиксируются, а в закрытом имеют достаточную плотность и дают возможность дополнительного утепления в зимнее время. Зоны крепления контактного провода в воротах надежно изолированы.

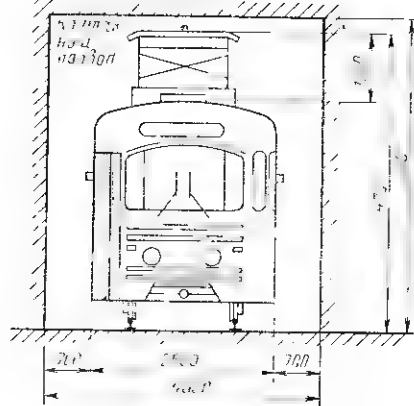


Рис. 168. Габариты ворот депо

Расстояние от оси пути до раскрытых створок ворот должно быть не менее 2000 мм (рис. 168), расстояние от крыши трамвайного вагона (троллейбуса) до перемычки ворот — не менее 1500 мм, а высота проема ворот от уровня головки рельса — 5000 мм. Въездные и выездные ворота должны открываться наружу. Контактный провод в воротах подвешивают на высоте 4700, а в цехе — 5200 мм, причем переход от одного уровня к другому должен иметь уклон не более 0,05‰. В цехах депо соблюдаются следующие габариты:

ширина въездных и выездных ворот в свету (между открытыми створками) для новых депо не менее 4000 мм, а для старых депо — не менее ширины трамвайного вагона (троллейбуса) плюс два зазора по 300 мм;

расстояние между осями двух смежных трамвайных путей, на которых производится подъемка вагонов, при отсутствии в между-путе колонн не менее 5000 мм, а при наличии колонн расстояние увеличивается на ширину колонны. Если подъемка вагонов не производится, то вместо 5000 мм должно быть расстояние 3800 мм.

Расстояние между капитальной продольной стеной внутри здания и осью крайнего пути (осью канавы) принимается равным (или более) 2800 мм, а при наличии в стене прохода — не менее 3200 мм.

Расстояние между габаритом трамвайного вагона или троллейбуса, расположенного по оси контактных проводов, и мачтами, колоннами, поддерживающими перекрытия, верстаками и прочими предметами должно быть не менее 1000 мм.

Расстояние между торцевой (поперечной) стеной здания и буфером трамвайного вагона (троллейбуса) при отсутствии смотровой канавы или началом лестницы в канаву принимается не менее 2000 мм. Расстояние между двумя вагонами (троллейбусами), стоящими друг за другом на одной канаве, должно быть не менее 1000 мм (рис. 169). Первый трамвайный вагон (троллейбус) на смотровую канаву должен устанавливаться так, чтобы в горизонтальной проекции расстояние от головки сцепки (буфера) до нижней ступеньки лестницы в канаву было не менее 500 мм, что позволит свободно входить и выходить из смотровой канавы работающему персоналу.

Высота помещения зон осмотра и ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов должна быть не менее 5,85 м.

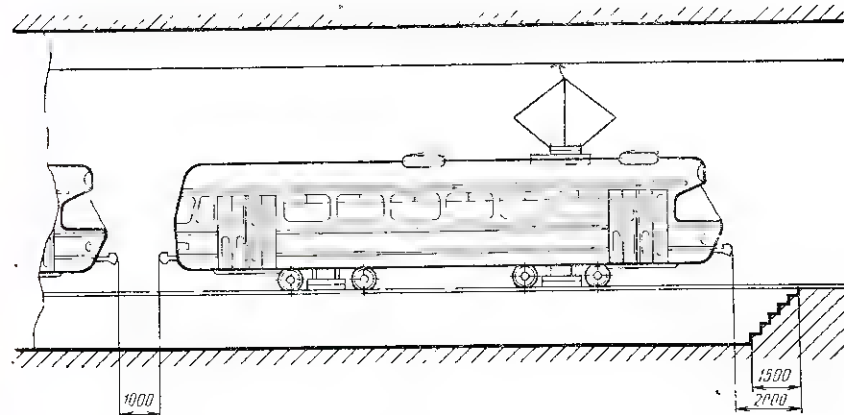


Рис. 169. Размещение трамвайных вагонов (троллейбусов) на смотровой канаве

Цех плановых ремонтов предназначен для выполнения всех видов ремонтов. В нем предусмотрены также места для постановки трамвайных вагонов (троллейбусов) в случайный ремонт с неисправностями, устранение которых требует большой продолжительности ремонта (например, подъемка кузова).

В кузовном отделении цеха плановых ремонтов выполняют подготовительные работы к ремонту трамвайного вагона (троллейбуса), подъемку кузова, демонтаж кузовного оборудования, ремонт кузова, монтаж на нем оборудования, окончательную сборку, испытание и выпуск вагона (троллейбуса) из ремонта.

На моечном участке имеются специальное оборудование, вывальные ванны для очистки узлов и деталей перед дефектовкой.

Участок дефектовки оборудован специальными установками, дефектоскопами, измерительным инструментом и приборами для определения дефектов деталей.

В слесарно-сборочном отделении выполняют ремонт переднего и заднего мостов троллейбусов, трамвайных тележек, ремонт и сборку тормозов, деталей рессорного подвешивания, монтаж всех агрегатов на мостах и тележках. Оно оснащено грузоподъемными механизмами, поворотными стендами для монтажа узлов и деталей, переносным инструментом.

Испытательная станция оборудована стендами, позволяющими проводить испытание отдельных узлов и агрегатов.

Аккумуляторное отделение предназначено для зарядки, добавления электролита, промывки и ремонта аккумуляторных батарей. Его оборудуют инструментом и приборами по ремонту аккумуляторов, изготовлению и хранению электролита и зарядным агрегатом. В помещении смонтированы мощные вентиляционные установки.

Производственные мастерские служат для ревизии и ремонта деталей, узлов и агрегатов и для изготовления новых запасных частей. К ним в трамвайном депо относятся: слесарно-агрегатное, механическое, электротехническое, колесотокарное и пневматическое, столярное, обойное, кузнечно-рессорное, электросварочное и малярное отделения, цех гальванопокрытий, участок для изготовления резинотехнических и капроновых деталей, радиомастерская, мастерская по ремонту касс.

В отличие от трамвайного депо в троллейбусном депо вместо колесного цеха оборудуют шиномонтажное отделение с кладовой для резины. В отделении устанавливают стенд для разборки и монтажа колес троллейбусов, установку для ремонта камер методом вулканизации, верстак и инструмент для выполнения слесарно-монтажных работ. Помещение вулканизационной мастерской оборудуется приточно-вытяжной вентиляционной установкой и водопроводной сетью.

Производственные мастерские располагают в непосредственной близости от цеха плановых ремонтов: с поточной линией технического обслуживания они связаны удобными транспортными путями.

В слесарно-агрегатном отделении выполняют различные слесарные работы, связанные с ревизией и ремонтом трамвайных вагонов (троллейбусов). Оно оборудовано: рабочими верстаками, гидравлическим прессом, монтажно-демонтажным оборудованием, слесарным инструментом, подъемно-транспортными устройствами, испытательными стендами.

Механическое отделение предназначено для выполнения операций по обработке металлов на металлорежущих станках. В нем установлены токарные, револьверные, строгальные, фрезерные, шлифовальные, долбежные, заточные, сверлильные станки.

В электротехническом отделении выполняют работы по ревизии и ремонту тяговых двигателей, вспомогательных машин и электрической аппаратуры. Оно оборудовано подъемно-транспортными устройствами, продувочной, пропиточной и сушильной камерами, станками для накладывания бандажей на якоря тяговых двигателей и других электрических машин, станками для продорожки коллекторов, верстаками и рабочими стендами для ремонта узлов и деталей, испытательными стендами и стендами технической диагностики, рабочим и измерительным инструментом.

Столярное отделение оборудуют станками и инструментом для обработки древесины (круглопильный, строгальный, рейсмусовый, фрезерный, сверлильный) и вытяжной вентиляцией у рабочих мест.

Кузнечно-рессорное отделение предназначено для выполнения работ по горячей обработке металлов, термообработке, ручной ковке. Его оборудуют: печами, гидравлическим прессом, кузнечным молотом, ваннами для термообработки, кузнечно-слесарным инструментом и вытяжной вентиляцией.

Малярное отделение предназначено для выполнения работ по окраске отдельных узлов и кузова, написанию трафаретов и замене стекол, оно оборудовано специальными верстаками, столами и рабочим инструментом маляров и стекольщиков. В сушильной камере смонтирована терморadiационная установка.

Цех гальванопокрытий имеет участок для предварительной подготовки деталей, очистки, шлифовки. Участок оборудован приточно-вытяжной вентиляцией. В отделении устанавливают специальные ванны для гальванопокрытий согласно принятому способу и технологическому процессу.

Участок резинотехнических и капроновых изделий оборудуют специальными электропечами и прессами для варки резины, формовки и прессования резиновых изделий, плавки капрона и литья капроновых изделий.

Радиомастерская предназначена для ремонта и ревизии радиоаппаратуры. Ее оснащают монтажными столами, электроизмерительными приборами и электромонтажным инструментом.

В мастерской по ремонту касс ремонтируют кассы-копилки, кассы-полуавтоматы, стационарные полуавтоматы для продажи абонементных книжек, разменные автоматы и компостеры. Ее оборудуют верстаками, монтажными стендами, специальным и универсальным слесарным инструментом, настольными сверлильными и заточными станками.

Отделение главного механика обеспечивает текущее содержание и ремонт всего станочного и подъемно-транспортного оборудования, механических установок, электросиловых и осветительных коммуникаций, отопительных и воздушных сетей, а также установок внутренней связи. Его оборудование выбирают в зависимости от типа и мощности депо.

Инструментальное отделение предназначено для содержания и ремонта инструментов, приспособлений, изготовления и заточки режущих инструментов, а также для выдачи их рабочим.

Для обеспечения текущего расхода запасных частей и материалов в депо, ближе к основным рабочим местам, располагается раздаточная кладовая.

Организационная структура депо. В основу организационной структуры депо положены следующие принципы: единоначалие, минимально возможные накладные расходы, хозяйственный расчет цехов, полная загрузка рабочего времени рабочих и служащих, недопущение обезлички в техническом обслуживании и ремонте трамвайных вагонов.

Во главе трамвайного депо стоит начальник депо. Непосредственно ему подчинены: главный инженер, заместитель начальника депо по эксплуатации, отдел кадров, отдел материально-технического снабжения, административно-хозяйственный отдел, главный бухгалтер, отдел технического контроля (ОТК), планово-экономический отдел, штаб гражданской обороны (ГО).

Заместителю начальника депо по эксплуатации подчинены: отделы эксплуатации и сбора выручки, старший диспетчер депо

по выпуску. Отдел эксплуатации занимается организацией труда и отдыха водителей, повышением их знаний и класса квалификации, проводит воспитательную работу с водителями в производственном коллективе, а с проживающими в общежитиях и по месту их жительства. Его деятельность непосредственно влияет на выполнение плана перевозки пассажиров и на качество транспортного обслуживания. Отдел сбора выручки осуществляет продажу проездных билетов: разовых на одну поездку, многоразовых (месячных, квартальных), льготных (для школьников, студентов), абонементных талонов, производит инкассацию выручки — изъятие денег из касс трамвайных вагонов и стационарных касс транспортных предприятий, сортировку, подсчет и сдачу денежных сумм в кассы государственного банка. Отдел организует работу кассиров, распространителей проездных билетов, инкассаторов и несет ответственность за полноту сбора и сохранность выручки.

Старший диспетчер депо по выпуску обеспечивает выпуск из депо трамвайных поездов строго по расписанию.

Он непосредственно связан: с мастерами депо, осуществляющими подготовку трамвайных вагонов к выпуску на линию; водителями-перегонщиками, расставляющими вагоны на стоянке депо в порядке, обеспечивающем очередность их выхода на линию по расписанию; с медицинским пунктом, где проводится предрейсовый медицинский осмотр водителей с целью проверки их физического состояния. Старший диспетчер по выпуску информирует старшего диспетчера Центральной диспетчерской станции (ЦДС) о ходе выпуска подвижного состава, о возникающих нарушениях плана выпуска, их причинах и принимаемых мерах к устранению.

Главному инженеру депо подчинены: начальник цеха технического обслуживания, начальник цеха ремонта вагонов, начальник заготовительного цеха, главный механик, технический отдел.

Производственные цехи депо группируются по характеру выполняемой работы и образуют цех технического обслуживания, цех ремонта вагонов и заготовительный цех. Заготовительный цех в своем составе объединяет цехи, отделения и мастерские, изготавливающие новые запасные части, выполняющие ремонт агрегатов, узлов и деталей переходящего технологического запаса, а также снятых с ремонтируемых трамвайных вагонов. Некоторые ремонтные работы отделения заготовительного цеха выполняют непосредственно на трамвайных вагонах: электросварочные, столярные и др.

Организационная структура троллейбусного депо аналогична изложенной выше структуре трамвайного депо.

Трамвайные и троллейбусные депо относятся к той или иной группе по оплате труда руководящих и инженерно-технических работников в зависимости от планируемого пробега трамвайных вагонов и троллейбусов на календарный год, исходя из следующих объемов работы:

Группы по оплате труда	I	II	III	IV	V
Общий пробег трамвайных вагонов (троллейбусов) (в приведенных единицах) по плану на год, млн. км	45 и более	25...45	10...25	4...10	2...4

Организационная структура зависит от объема работ, выполняемых депо. Например, должность начальника административно-хозяйственного отдела предусмотрена только в депо I и II групп по оплате труда, должности начальников отдела кадров, штаба ГО и лаборатории измерений — только в депо I, II и III групп, а должность начальника планово-экономического отдела, отделов материально-технического снабжения и технического контроля предусмотрена в депо с I по IV группу включительно. В депо с меньшим объемом работы, включая V группу, указанные отделы отсутствуют, а их обязанности выполняют старшие инженеры (или инженеры).

В крупных управлениях городского транспорта с общим пробегом трамвайных вагонов (троллейбусов) (в приведенных единицах) свыше 15 млн. км создаются депо, находящиеся на самостоятельном балансе. В управлениях с меньшим объемом работы депо не имеют самостоятельного баланса, а находятся на балансе управления. Их структурная схема упрощается, так как отпадает должность главного бухгалтера.

Депо, не находящиеся на самостоятельном балансе, могут быть отнесены на одну группу ниже по сравнению с группой, определенной по вышеуказанным показателям.

При определении числа приведенных единиц трамвайных вагонов (троллейбусов) для отнесения трамвайных и троллейбусных депо к группам по оплате труда руководящих и инженерно-технических работников применяют следующие коэффициенты:

для пассажирских моторных трамвайных вагонов с вместимостью по государственному стандарту или техническим условиям (при наполнении 8 чел/м² площади пола для стоящих пассажиров плюс места для сидения) — до 100 мест — 1,0; от 101 до 150 мест — 1,5; свыше 150 мест — 2,0;

для пассажирских моторных трамвайных вагонов, оборудованных для работы по системе многих единиц, — 2,5;

для пассажирских трамвайных прицепных вагонов — двухосных — 0,75; четырехосных — 1,0;

для пассажирских троллейбусов вместимостью (при наполнении 8 чел/м² свободной площади пола) — до 65 мест — 1,5; от 66 до 90 мест — 2,0; свыше 90 мест — 2,5;

для сочлененных пассажирских троллейбусов — 3,0;

для грузовых трамвайных моторных вагонов — 1,0;

для грузовых трамвайных прицепных вагонов — 0,5;

для моторных трамвайных вагонов, имеющих дополнительное специальное оборудование (снегоочистителей, рельсошлифоваль-

ных, путеизмерительных и др.), грузовых и служебных троллейбусов — 1,5.

Для того чтобы определить общий пробег трамвайных вагонов (троллейбусов) в приведенных единицах $A_{пр.об}$, нужно их общий натуральный пробег $A_{нат.об}$ умножить на частное, полученное от деления приведенных единиц $\sum N_{пр}$ на число натуральных единиц трамвайных вагонов (троллейбусов) $\sum N_{нат}$, т. е.

$$A_{пр.об} = A_{нат.об} \sum N_{пр} / \sum N_{нат}. \quad (1)$$

Пример. В эксплуатируемом парке трамвайного депо находятся 60 трамвайных вагонов Т-3 ($N_{т-3}=60$) и 40 вагонов РВЗ-6 ($N_{РВЗ}=40$). Ими выполнен натуральный годовой пробег соответственно $A_{нат.т-3}=3,6$ млн. км и $A_{нат.РВЗ}=2,4$ млн. км. Требуется определить группу депо по оплате труда руководящих и инженерно-технических работников.

По техническим условиям вместимость трамвайного вагона РВЗ-6 при наполнении 8 чел/м² составляет 173 человека, тогда его коэффициент приведения будет равен 2 ($K_{РВЗ}=2$). Вагоны Т-3 оборудованы для работы по системе многих единиц, следовательно, коэффициент приведения вагона Т-3 равен 2,5 ($K_{т-3}=2,5$). Тогда приведенный парк трамвайных вагонов определится как сумма приведенных парков вагонов Т-3 и РВЗ-6

$$\begin{aligned} \sum N_{пр} &= N_{пр.т-3} + N_{пр.РВЗ} = N_{т-3} K_{т-3} + N_{РВЗ} K_{РВЗ} = \\ &= 60 \cdot 2,5 + 40 \cdot 2 = 230 \text{ вагонов.} \end{aligned}$$

Общий натуральный парк определится как сумма натуральных вагонов Т-3 и РВЗ-6

$$\sum N_{нат} = N_{т-3} + N_{нат.РВЗ} = 60 + 40 = 100 \text{ вагонов.}$$

Общий натуральный пробег равен сумме натуральных пробегов, выполненных вагонами Т-3 и РВЗ-6

$$A_{нат.об} = A_{нат.т-3} + A_{нат.РВЗ} = 3,6 + 2,4 = 6 \text{ млн. км.}$$

Подставляя полученные значения в формулу (1), определим общий приведенный пробег

$$A_{пр.об} = A_{нат.об} \sum N_{пр} / \sum N_{нат} = 6 \cdot 230 / 100 = 13,8 \text{ млн. км.}$$

Таким образом, данное трамвайное депо относится к III группе, так как общий приведенный пробег находится в интервале от 10 до 25 млн. км.

В тех случаях, когда трамвайное депо выполняет ремонт трамвайных вагонов, изготавливает запасные части или выполняет другие работы (кроме перевозок) для нужд предприятий и цехов городского транспорта, не входящих в состав данного управления, каждые 2 тыс. руб. реализуемой продукции или стоимости выполненных работ приравниваются к 25 тыс. км пробега в приведенных единицах. Оборудование трамвайных депо зависит от характера выполняемых в депо работ и от конструктивных особенностей трамвайных вагонов.

§ 62. Линейные сооружения

К линейным сооружениям городского электротранспорта относятся конечные и промежуточные станции, остановочные пункты, ревизорские посты, пункты скорой технической помощи, контрольные пункты индуктивной связи водителей с диспетчером, периферийное оборудование автоматизированных систем диспетчерского управления движением электротранспорта (АСДУ-Э), устройства электроснабжения (контактные и кабельные сети, тяговые подстанции, мастерские по их техническому обслуживанию и ремонту, а также трамвайные пути и обслуживающие их мастерские).

Конечные станции размещают в конце маршрутов. Конечная станция трамвайного маршрута имеет оборотное кольцо с обгонными путями для отстоя и обгона поездов, а троллейбусного маршрута — площадку для разворота и отстоя троллейбусов с соответствующим разветвлением контактной сети. В непосредственной близости от станционных путей или разворотной площадки размещают здание конечной станции, где находятся помещения линейного диспетчера (диспетчера конечной станции), комнаты для отдыха поездных бригад и линейного персонала, буфет и санитарно-бытовые устройства. На маршрутах большой протяженности конечные станции размещают по обоим концам маршрута.

Здание конечной станции, как правило, выполняют одноэтажным, с навесом для пассажиров, ожидающих посадки.

Площадь здания, составляющая 100—140 м², включает помещение диспетчера 1 (рис. 170), начальника маршрута 2, комнаты для отдыха бригад 9, приема пищи 7, дежурного слесаря 4, помещения котельной 5, помещение для буфета 6 с устройствами для подогрева пищи, мойки посуды и холодильником, помещение санузла 3 и навес 8 для пассажиров. Планировка обеспечивает хороший обзор путей приема, отстоя и отправления из помещения диспетчера и площадки для отстоя подвижного состава — из помещения для поездных бригад.

Исходя из градостроительных соображений, не всегда возможно в конце маршрута построить отдельно стоящее одноэтажное здание. Поэтому иногда помещение конечной станции делают встроенным в комплексе с другими бытовыми и служебными помещениями. При организации конечной станции в уже сложившейся ча-

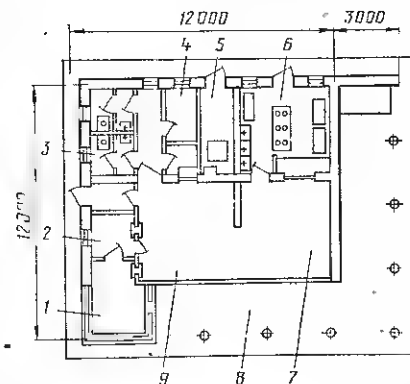


Рис. 170. Примерная планировка здания конечной станции

сти города освобождают 2—3 квартиры в нижнем этаже жилого дома и производят соответствующую перестройку и приспособление помещения.

Конечную станцию оборудуют телефонной связью (прямой диспетчерской и городской телефонной сети), наружными и внутренними электрочасами, световыми сигналами, звуковыми сигналами для приема и отправления поездов, громкоговорителями в помещении станции и на отстойно-разворотной площадке (если она удалена от жилых домов) для связи диспетчера с водителями и линейными работниками, ящиками с сухим песком.

Промежуточные станции предназначены для контроля за регулярностью движения и осуществления регулировочных мероприятий. В помещении промежуточной станции находится линейный диспетчер, контролирующий регулярность движения по действующему расписанию. Водители проследуют промежуточные станции не выходя из вагонов (троллейбусов). В случае сбоя в работе и необходимости проведения регулировочных мероприятий линейный диспетчер выходит на остановку и дает соответствующее указание водителю. Помещение станции имеет хороший обзор остановочных площадок трамвайных поездов и троллейбусов. Промежуточную станцию оборудуют наружными и внутренними электрочасами, отоплением, освещением, телефонной связью.

Остановочные пункты трамвайных поездов и троллейбусов располагают вблизи жилых массивов, предприятий и учреждений, станций метрополитена, железнодорожных вокзалов, торговых центров, мест массового отдыха и т.п. Расстояние от места жительства или работы до остановочного пункта городского общественного транспорта в условиях нормально развитой транспортной сети города не должно превышать 500 м.

Оптимальную длину перегона (расстояние между смежными остановками на данном маршруте) определяют, исходя из сравнения затрат времени пассажиров на подход к остановке и потерь времени проезжающими пассажирами, вызываемых наличием промежуточных остановок. Обычно длина перегона в части города с многоэтажной застройкой составляет 500—600 м, а на территориях с небольшой плотностью населения — 700—800 м.

Остановочные пункты располагают вблизи перекрестков улиц. При очень больших расстояниях между перекрестками или при наличии крупных пассажирообразующих пунктов вдали от перекрестков остановочные пункты размещают внутри квартала.

Исходя из безопасности пассажиров и пешеходов и сокращения времени на пересадку, остановочные пункты трамвайных поездов 1 располагают перед перекрестком, а троллейбусов 2 — за перекрестком (рис. 171).

При такой планировке вышедшие из трамвайного вагона пассажиры и пешеходы будут переходить на другую сторону улицы по пешеходному переходу перед передней площадкой трамвайного поезда, а пассажиры, вышедшие из троллейбуса, возвра-

тившись назад, будут вместе с пешеходами переходить на другую сторону сзади стоящего на остановке троллейбуса, что наиболее безопасно. Разумеется, что в сложных условиях городской застройки эти рекомендации не могут быть жестким правилом. Например, нельзя размещать остановочный пункт на уклонах свыше 30‰, у подъездов крупных учреждений, против выездов из дворов и т.д. При наличии подземного пешеходного перехода остановочные пункты городского транспорта располагают в непосредственной близости от входа в него, но с таким расчетом, чтобы пассажиры, ожидающие прибытия транспортных средств, не мешали входу и выходу пешеходов, следующих через подземный пешеходный переход.

На каждом остановочном пункте устраивают посадочные площадки. Обычно для трамвайных вагонов посадочной площадкой является проезжая часть улицы, а для троллейбусов — часть тротуара. Иногда на проезжей части устраивают специальные площадки (рефюжи) высотой 15 см. Они обеспечивают большую безопасность пассажирам, облегчают и ускоряют посадку и высадку. На узких улицах (до 7 м) в местах размещения остановок проезжую часть расширяют устройством заездных карманов шириной 3—3,5 м. Длина посадочной площадки остановочных пунктов не менее чем на 5 м превышает габаритную длину трамвайного поезда или троллейбуса.

На остановочных пунктах, расположенных вдали от жилой застройки, на широких проспектах, а также на маршрутах с большими интервалами движения, устанавливают павильоны, защищающие ожидающих пассажиров от дождя, ветра, прямых солнечных лучей.

Точное место остановки трамвайного поезда, троллейбуса обозначается специальным знаком-указателем остановочного пункта. Указатель устанавливают по отношению к посадочной площадке с таким расчетом, чтобы обеспечить вход и выход пассажиров в ее пределах из всех дверей трамвайного поезда или троллейбуса. При этом установлено, что трамвайные поезда останавливают передней площадкой моторного вагона у указателя остановочного пункта, а троллейбусы — так, чтобы задний правый угол их находился против указателя остановочного пункта. В городах, где контроль за регулярностью движения осуществляется через индуктивные средства связи, транспортные средства останавливают так, чтобы передний правый угол их находился против указателя остановочного пункта.

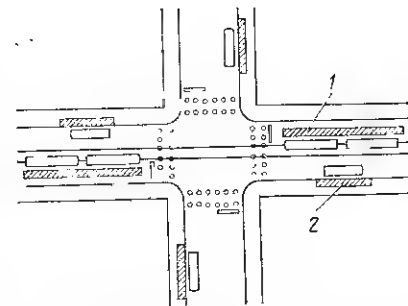


Рис. 171. Расположение остановок общественного транспорта на перекрестке

Указатели остановочных пунктов различных видов транспорта отличаются друг от друга внешним видом (формой или окраской). На указателях нанесена следующая информация: вид транспорта, название остановочного пункта, номера маршрутов, имеющие на нем остановку, интервалы движения по периодам суток. Указатели устанавливают так, чтобы обеспечить хорошую видимость их водителями и пассажирами, в темное время суток они должны освещаться. Способы их крепления различны: на опорах контактной или осветительной сети, на кронштейнах и поперечинах контактной сети и т. п.

Ревизорские посты создают на каждом маршруте трамвая и троллейбуса с тяжелыми условиями для движения. Независимо от того, сколько участков с тяжелыми условиями для движения имеется на данном маршруте, постоянный ревизорский пост устанавливают перед первым уклоном и оборудуют средствами связи, отоплением, освещением. Ревизорский пост обеспечивают запасом чистого сухого песка, переносным осветительным фонарем, запасной аварийной сцепкой, сигнальными знаками, сигнальным жезлом, свистком, часами, аптечкой, двумя противооткатными башмаками, нарукавной повязкой «Ревизор поста», оранжевым защитным жилетом и эксплуатационной документацией: план и профиль участка, список единиц подвижного состава и водителей, допущенных для работы на маршрутах с тяжелыми условиями для движения, журнал осмотра пути, контактной сети, трамвайных вагонов и троллейбусов, журнал выдачи аварийных предписаний, оперативный журнал.

Ревизор движения постоянного ревизорского поста обязан осматривать и постоянно следить за технической исправностью трамвайных путей и контактной сети в пределах участка с тяжелыми условиями для движения, а также проходящих трамвайных поездов и троллейбусов, контролировать состояние и действия водителей, соблюдение ими установленных скоростей движения по уклону и интервалов движения.

Скорая техническая помощь предназначена для быстрой ликвидации неисправностей трамвайных вагонов (троллейбусов) и сооружений, возникающих в процессе движения. Транспортные средства скорой технической помощи оснащают домкратами и другими подъемными средствами, аварийными приспособлениями, инструментом и запасными частями, слесарным верстаком, освещением стационарным (в кузове машины) и выносным — для освещения места происшествия, а также двусторонней радиосвязью.

Широкое распространение получили радиостанции «Гранит». В помещении центрального диспетчера устанавливают центральную радиостанцию (ЦРС), а на автомобилях технической помощи — автомобильные радиостанции (АРС). Радиостанции «Гранит» работают в коротковолновом диапазоне и каждому городу органами Министерства связи устанавливается определенная длина волны.

Транспортные средства скорой технической помощи находятся в пунктах, расположенных равномерно по сети трамвая и троллейбуса. Обслуживает их круглосуточно дежурный персонал, который поддерживает постоянную готовность к немедленному выезду на место происшествия. Кроме автомобилей скорой технической помощи, имеются линейные ремонтные пункты, размещенные в зданиях конечных станций, которые выполняют мелкий ремонт подвижного состава по заявкам водителей.

Контрольные пункты индуктивной связи водителей с диспетчером предназначены для осуществления оперативного диспетчерского контроля за регулярностью движения трамвайных поездов и троллейбусов, двусторонней связи с диспетчером без выхода водителя из кабины управления и передачи в необходимых случаях водителю указаний по регулировочным мероприятиям для восстановления нарушенного расписания движения. Контрольные пункты индуктивной связи устанавливают на остановочных пунктах из расчета 3—5 пунктов на маршрут, в зависимости от его протяженности. Принято считать, что через каждые 20 мин следования трамвайного поезда (троллейбуса) по маршруту он должен проследовать через контрольный пункт.

Оснащение контрольного пункта состоит из антенны, выполненной в виде рамки размерами примерно 60×250 см, имеющей несколько сотен витков из провода диаметром 0,6—0,8 мм, и ретранслятора, осуществляющего прием и передачу звуковых частот от антенны контрольного пункта в телефонную линию и из телефонной линии в антенну. Антенна заключена в герметизированную коробку и размещается или над подвижным составом на высоте 3,5 м (от уровня дорожного покрытия или головки рельса) при помощи специального кронштейна, или под слоем асфальта дорожного покрытия, а на трамвайных остановках — внутри рельсовой колеи. При размещении антенны под слоем дорожного покрытия ее расположение отмечается на поверхности проезжей части габаритной белой линией (прямоугольником).

Кроме контрольных пунктов, в систему диспетчерской тональной индуктивной связи (сокращенно называемой «Дистон») входят пульт диспетчера, расположенный в центральной диспетчерской, и пульт водителя (в кабине подвижного состава) с антенной, размещение которой зависит от места расположения антенны контрольного пункта. Действие системы «Дистон» несложно. Водитель, прибывая на контрольный пункт, останавливает трамвайный поезд (троллейбус) в положении совмещения антенны подвижной единицы и контрольного пункта, с отклонением не более 1,5 м, ставит переключатель переговорного устройства АГУ-10 в положение «Связь с диспетчером» и докладывает диспетчеру о прибытии на контрольный пункт. Диспетчер отмечает проследование в ведомости исполненного движения и при необходимости дает указания водителю о порядке дальнейшего следования.

Применение системы «Дистон» ограничено физическими возможностями диспетчера, так как он может принять около 60 сообщений в 1 ч. Поэтому в крупных городах при большом числе трамвайных поездов (троллейбусов) на линии целесообразно применение автоматизированных систем диспетчерского управления движением (АСДУ).

Устройство контрольного пункта (УКП) автоматизированной системы диспетчерского управления движением по расположению аналогично УКП «Дистона», однако конструкция его более сложна и обеспечивает автоматическую передачу вычислительно-управляющему центру (ВУЦ) закодированных импульсов о времени проследования КП данным трамвайным поездом (троллейбусом). Вычислительный комплекс, базирующийся на современной электронно-вычислительной машине (ЭВМ), сравнивает поступающие данные с расписанием движения и выводит на экран пульта диспетчера только данные о поезде, прибывшем на КП с отклонением от расписания. На пульте диспетчера имеется переговорное устройство, при помощи которого он через ЭВМ выходит на связь с водителем на очередном КП и дает ему указания о порядке дальнейшего следования.

Устройство контрольного пункта АСДУ рассчитано на подключение восьми антенн (индуктивных петель), таким образом, одно УКП может обслужить довольно сложный перекресток. Оборудование УКП размещено в одном металлическом шкафу и устанавливается вблизи перекрестка с остановочными пунктами в местах, защищенных от попадания влаги и прямых солнечных лучей (в южных районах страны). Связь контрольных пунктов с ВУЦ осуществляется при помощи телефонных пар.

За последнее десятилетие за рубежом получили распространение автоматизированные системы управления движением, построенные на принципе радиосвязи. При этом отпадает необходимость в телефонных парах, упрощается устройство контрольного пункта, а диспетчер может осуществлять связь с водителем в любом пункте маршрута. Аналогичные системы в Советском Союзе пока не эксплуатируются. Их разработка и экспериментальная эксплуатация в 1978—1980 гг. осуществлялась на отдельных маршрутах электротранспорта в Москве и Воронеже.

РЕМОНТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ И ЗАВОДЫ

§ 63. Мастерские и заводы для ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов

Для производства капитального и среднего ремонтов трамвайных вагонов и троллейбусов, тяговых двигателей, вспомогательных машин, переформирования колесных пар и для изготовления запасных частей подвижного состава в крупных трамвайно-троллейбусных управлениях (гг. Новосибирска, Свердловска, Куйбышева, Саратова и др.) создавались отдельно стоящие вагоноремонтные и троллейбусоремонтные мастерские (ВРМ, ТРМ). Позднее в гг. Москве, Ленинграде, Киеве, Горьком, Краснодаре были созданы вагоноремонтные и троллейбусоремонтные заводы (ВРЗ, ТРЗ), находящиеся также в составе предприятий городского электрического транспорта.

С 1964 г. осуществлялось строительство ремонтных трамвайно-троллейбусных заводов (РТТЗ) и заводов по изготовлению спецчастей и запасных частей для городского электротранспорта республиканского подчинения, т.е. не входящих в состав трамвайно-троллейбусных управлений и подчиненных непосредственно республиканскому министерству жилищно-коммунального хозяйства. В состав РТТЗ, так же как и в состав депо, входят производственные, вспомогательные, подсобные, административно-хозяйственные и санитарно-бытовые помещения.

К производственным помещениям относятся: кузовной, тележечный, агрегатный, колесный, механический, электромашинный, электроаппаратный, малярный, кузнечно-рессорный цехи, а также столярно-деревообрабатывающее, обойное, пневматическое, сварочное, термическое, гальваническое отделения, отделения полимерных покрытий, резиновых и капроновых изделий и аккумуляторная мастерская.

К вспомогательным помещениям относятся: цех главного механика, инструментальная мастерская и инструментально-раздаточная.

В состав подсобных помещений входят: трансформаторная подстанция, компрессорная станция, котельная, автогараж, главный материальный склад, склад резины, склад горючих и смазочных материалов, топливный склад, склад леса с лесосушилкой, склад металлов.

Технологическое оборудование, необходимое для оснащения цехов, отделений и участков, определяют расчетным путем. При

этом учитывают тип трамвайных вагонов (троллейбусов), производственную программу цеха, действующие нормативы трудоемкости на каждый вид ремонта, годовой расход станкочасов на изготовление запасных частей для эксплуатационных предприятий и фонды рабочего времени оборудования.

В цехах и отделениях предусматривают транспортные проезды с учетом габаритов транспортируемых деталей и материалов, вида транспортных средств, а также площадки и стеллажи для размещения полуфабрикатов, запасных частей и материалов, применяемых в ходе технологического процесса на данном рабочем месте.

Планировка зданий РТТЗ зависит от производственной мощности, принятой системы организации технологического процесса ремонта и схемы движения троллейбусов и трамвайных вагонов, перспективы дальнейшего развития, особенности конфигурации и рельефа земельного участка. При проектировании зданий ремонтного завода необходимо применять стандартные строительные конструкции, изготавливаемые расположенными вблизи железобетонными заводами, с целью получения технически и экономически выгодного решения всего сооружения. Производственные, вспомогательные и подсобные помещения завода располагают, исходя из их технологической и транспортной связи, строительных и санитарно-технических особенностей, а также соображений безопасности проведения работ и противопожарных мероприятий.

Кладовые-раздаточные инструмента, запасных частей и материалов располагают вблизи обслуживаемых рабочих участков с обеспечением удобного доступа к ним и транспортирования.

Трансформаторную и компрессорную подстанции, во избежание потерь электроэнергии и сжатого воздуха, размещают по возможности ближе к потребителям.

Административные и бытовые помещения могут быть расположены в одно- или многоэтажных пристройках к основному зданию завода или в отдельно стоящих зданиях. В последнем случае бытовые помещения соединяют с производственным корпусом теплым закрытым (как правило, подземным) проходом минимальной протяженности, обеспечивающем удобное перемещение рабочих.

Состав и размеры бытовых помещений определяются по действующим санитарным нормам, а административные помещения определяются с учетом организационной структуры и штата.

§ 64. Основы проектирования депо и ремонтных заводов

Проектно-сметная документация. При возникновении необходимости строительства депо или ремонтного завода заказчик составляет и выдает задание на проектирование объекта, утвержденное вышестоящей организацией.

Заказчиками, как правило, являются:

по объектам местного подчинения (трамвайные и троллейбусные депо) — управления капитального строительства (УКС) горисполкомов;

по объектам республиканского подчинения (заводы по ремонту трамвайных вагонов (троллейбусов) и производству запасных частей) — главное управление (управление, отдел) городского электротранспорта министерства жилищно-коммунального хозяйства союзной республики.

Задание на проектирование устанавливает исходные данные, по которым должен быть разработан проект объекта, а именно: назначение объекта, мощность и очередность строительства, местоположение и территория участка, типы обслуживаемых трамвайных вагонов (троллейбусов), система технического обслуживания и ремонта, коэффициент выпуска трамвайных вагонов (троллейбусов), условия привязки объекта к системам тепло- и электроснабжения, водопровода, канализации и связи, а также к магистралям рельсового и безрельсового транспорта.

В зависимости от мощности объекта его проектируют в две или три стадии. Сначала разрабатывается проектное задание (ПЗ), затем технический проект (ТП) и рабочие чертежи (РЧ). При двухстадийном проектировании разрабатывают проектное задание (ПЗ) и технорабочий проект (ТРП).

Проектное задание устанавливает расчетную производственную программу объекта, его расположение на плане города, основы технологического процесса.

Проектное задание согласовывают с заинтересованными сторонами и утверждают в установленном порядке.

Технический проект включает в себя: разработку технологического процесса по всем видам работ и на основе его и производственной программы — расчет оборудования и рабочей силы; выбор типов оборудования с составлением заявочной спецификации; составление рабочих графиков на производственные процессы с установлением состава бригад и цехов; расчет штата объекта, включая производственный, вспомогательный, счетно-конторский и инженерно-технический персонал; определение расхода материалов, электроэнергии, топлива, воды на производственные и бытовые нужды; расчет площадей и компоновку с размещением оборудования производственных и других помещений; расчет энергетических установок и сетей (тепловые, электросиловые, сжатого воздуха); расчет и проектирование контактных сетей, устройств связи и сигнализации, внутреннего транспорта, строительной части зданий с их конструктивным и архитектурным оформлением.

Завершается ТП генеральной сметой на строительство объекта, проектом организации строительных и монтажных работ с указанием конкретных исполнителей и сроков выполнения отдельных работ.

При разработке проектов трамвайных и троллейбусных депо и ремонтных заводов руководствуются действующими на данный момент Строительными нормами и правилами (СНиП) на проектирование производственных зданий и промышленных предприятий, а также противопожарными, санитарными нормами и правилами по технике безопасности.

Территория, выбираемая для устройства трамвайного (или троллейбусного) депо, по своей площади должна быть достаточной для размещения на ней путей, дорог, производственных и вспомогательных зданий и других сооружений. Продольные уклоны путей, предназначенных для стоянки трамвайных вагонов и площадок для стоянки троллейбусов, не должны превышать 2,5‰. Территория должна быть оборудована водоотводами и водостоками и в ночное время освещаться.

Расчет численности персонала. Численность персонала для ремонта и обслуживания трамвайных вагонов (троллейбусов) рассчитывают как в целом, так и по категориям работников на основе Временных нормативов численности рабочих по ремонту и обслуживанию подвижного состава, энергохозяйства и трамвайного путевого хозяйства городского электротранспорта.

Нормативы численности рабочих разработаны с учетом различной мощности депо, определяемой числом обслуживаемых трамвайных вагонов (троллейбусов) в приведенных по трудоем-

Таблица 11

Вид работ	Нормативы численности рабочих всех специальностей (человек на одну приведенную единицу) для депо с числом вагонов (троллейбусов)		
	до 100	до 200	более 200
Ежедневное обслуживание	0,042/0,165*	0,035/0,143	0,031/0,110
Заявочный и случайный ремонт	0,051/0,092	0,042/0,074	0,037/0,063
Контрольно-профилактический осмотр № 0	0,133/0,153	0,113/0,143	0,095/0,131
Ревизионно-предупредительный ремонт № 1	0,122/0,128	0,100/0,104	0,084/0,085
Текущий ремонт № 2	0,094/0,131	0,080/0,111	0,066/0,087
Средний ремонт № 3	0,080/0,087	0,072/0,073	0,062/0,063
Капитальный ремонт I объема	0,100/—	0,094/—	0,085/—
Работы на заготовительных участках депо для всех видов ремонта и ТО	0,084/0,270	0,159/0,228	0,131/0,179
Техническая помощь и ремонтные работы на линии	0,044/0,082	0,040/0,070	0,030/0,062
Работы на вспомогательных участках для всех видов ремонта и ТО	0,219/0,300**	0,195/0,285**	0,162/0,214**

* В числителе — для трамвайных вагонов, в знаменателе — для троллейбусов.

** Сюда входят экипировщики, кладовщики, слесари-инструментальщики, слесари-ремонтники и электромонтеры по ремонту оборудования, слесари-сантехники, слесари по радиоаппаратуре, сушильщики песка, стержней, форм, земли, аккумуляторщики, подсобные (транспортные) рабочие, приемщики трамвайных вагонов, машинисты компрессорной установки.

Специальность рабочих	Нормативы численности рабочих, исчисляемые на один натуральный вагон или троллейбус для депо с числом вагонов (троллейбусов)		
	до 100	до 200	более 200
Мойщики-уборщики в депо и на линии на один вагон, троллейбус:			
двухосный	0,150/0,160*	0,140/0,150	0,120/0,130
четырехосный	0,200/—	0,180/—	0,160/—
Водители по перегонке, обкатке и расстановке транспортных средств, внутри и вне территории депо на один моторный вагон, троллейбус	0,110	0,110	0,110
Рабочие по ремонту и обслуживанию касс-копилок или касс-полуавтоматов, на один вагон, оборудованный кассами	0,054**	0,052**	0,048**

* В числителе — на один трамвайный вагон, в знаменателе — на троллейбус.

** При бескассовом обслуживании пассажиров, когда в салонах установлены только кассопостеры, к нормативу применяют коэффициент 0,5.

кости единицах (табл. 11), а по отдельным специальностям в натуральных единицах (табл. 12). В соответствии с этим депо разбиты на три группы: до 100 трамвайных вагонов (троллейбусов), до 200 и более 200. Для каждой из групп установлены свои нормативы численности рабочих.

В общее число приведенных затрат трамвайных вагонов (троллейбусов) входят пассажирские, грузовые, учебные и специализированные трамвайные вагоны (троллейбусы).

Коэффициенты перевода трамвайных вагонов (троллейбусов) в приведенные единицы по трудоемкости ремонта и технического обслуживания даны в табл. 13.

Нормативы численности даны на весь объем работ, предусмотренный характеристиками плановых ремонтов и технического обслуживания подвижного состава, а также на выполнение заявочных и случайных ремонтов, обслуживание заготовительных и вспомогательных участков.

Нормативами не предусмотрена численность рабочих, занятых капитальным ремонтом второго объема трамвайных вагонов, капитальным ремонтом троллейбусов, зданий и сооружений — она определяется на местах в соответствии с утвержденными сметами на эти работы.

При расчетах нормативов принят коэффициент использования трамвайных вагонов 0,8, а троллейбусов 0,75. При ином коэффициенте использования к нормативам численности рабочих следует применить поправочный коэффициент:

для трамвая $K_n = K_n / 0,8$; для троллейбуса $K_n = K_n / 0,75$,

где K_n — плановый коэффициент использования.

По приведенным выше нормативам определяют списочную численность рабочих депо для извещаемого периода года, когда ус-

Таблица 13

Подвижной состав	Коэффициент перевода	
	для моторных вагонов и троллейбусов	для прицепных вагонов
Пассажирские трамвайные вагоны:		
двухосные	1,2	0,4
четырехосные Т-2, Т-3, РВЗ-6М, РВЗ-6М2, КТМ-5МЗ, ЛМ-68	2,5	—
ЛМ-57	2,0	—
МТВ-82, ЛМ-47, ЛМ-49 и другие с централизованным управлением дверями	1,5	0,5
остальных типов	1,3	0,4
Троллейбусы двухосные:	1,25	—
ЗИУ-5, ЗИУ-682	1,0	—
остальных типов		
Грузовые и специализированные трамвайные вагоны:		
двухосные с кузовом (закрытые фургоны)	0,8	0,25
то же бортовые платформы	0,6	0,2
» снегоочистители всех типов	1,0	—
четырехосные с кузовом (закрытые фургоны)	1,1	0,3
то же бортовые платформы	0,9	0,25
Грузовые и специализированные троллейбусы:		
двухосные с кузовом	0,8	—
то же бортовые платформы	0,6	—

ловия работы трамвайных вагонов (троллейбусов), технического обслуживания их в депо и на линии, в основном, одинаковы во всех городах РСФСР.

Влияние зимних условий работы учитывают зональными поправочными коэффициентами (табл. 14). Нормативы, определенные в соответствии с предыдущими указаниями и умноженные на эти коэффициенты, дают среднегодовую нормативную списочную численность рабочих депо в каждой из пяти температурных зон. Нормативную списочную численность рабочих по периодам года устанавливает руководитель предприятия в пределах среднегодовой нормативной списочной численности рабочих в зависимости от местных условий.

В случае когда депо по числу трамвайных вагонов (троллейбусов) переходит в более высокую группу, первое время следует определять численность работающих по нормативам прежней группы, как более высоким, до тех пор, пока число вагонов (троллейбусов) в приведенных единицах не возрастет до уровня, позволяющего применить нормативы той группы депо, к которой данное депо фактически относится.

Списочную численность рабочих по ремонту и обслуживанию трамвайных вагонов (троллейбусов) на число приведенных единиц определяют по формуле

$$Ч_с = N_{\text{и}} K_{\text{пр}} H K_{\text{п}} K_{\text{з}},$$

где $K_{\text{и}}$ — число единиц подвижного состава;

$K_{\text{пр}}$ — коэффициент приведения к условным единицам;

H — норматив;

$K_{\text{п}}$ — поправочный коэффициент к нормативам численности, зависящий от использования парка вагонов (троллейбусов);

$K_{\text{з}}$ — зональный коэффициент.

По этой формуле можно рассчитать не только общую списочную численность, но и численность рабочих различных специальностей: слесарей-механиков, слесарей-электриков, электро-, газосварщиков, столяров, маляров, токарей, фрезеровщиков, кузнецов и др., для чего в формулу проставлять норматив H рабочих данной специальности, пользуясь Временными нормативами, численности рабочих по ремонту и обслуживанию подвижного состава, энергохозяйства и трамвайного путевого хозяйства городского электротранспорта.

Пример. Задание. Рассчитать проект трамвайного депо эксплуатационного типа на 100 вагонов КТМ-5МЗ с бескондукторным обслуживанием.

Согласно действующей системе технического обслуживания и ремонта депо выполняет: ежедневное обслуживание ЕО, контрольно-профилактический осмотр № 0 один раз в 7 сут, ревизионно-предупредительный ремонт № 1 один раз в 20 сут, с кантовкой тележек через 25...35 тыс. км пробега, текущий ремонт № 2 через 70 тыс. км пробега с окраской кузова.

Предусмотреть открытое хранение подвижного состава, эксплуатационную скорость $v_{\text{д}} = 17$ км/ч, среднесуточную продолжительность работы вагонов на

Таблица 14

Температурная зона	Города РСФСР	Среднегодовые зональные коэффициенты
I	Грозный, Калининград, Краснодар, Новороссийск, Орджоникидзе, Нальчик, Пятигорск, Майкоп, Армавир, Махачкала	1,015
II	Астрахань, Новочеркасск, Волгоград, Ставрополь, Ростов-на-Дону, Таганрог, Шахты, Ленинград	1,040
III	Белгород, Брянск, Владимир, Волгоград, Иваново, Курск, Липецк, Москва, Ногинск, Орел, Петрозаводск, Рязань, Саратов, Смоленск, Тамбов, Тула, Ярославль, Балаково, Ковров, Кострома	1,080
IV	Архангельск, Владивосток, Горький, Дзержинск, Златоуст, Ижевск, Казань, Киров, Куйбышев, Курган, Мурманск, Оренбург, Орс, Пенза, Пермь, Стерлитамак, Саранск, Тольятти, Ульяновск, Уфа, Хабаровск, Челябинск, Чебоксары, Тюмень, Йошкар-Ола, Салават	1,100
V	Ангарск, Барнаул, Березники, Благовещенск, Бийск, Иркутск, Кемерово, Комсомольск-на-Амуре, Красноярск, Новокузнецк, Новосибирск, Омск, Осинники, Прокопьевск, Свердловск, Томск, Улан-Удэ, Рубцовск, Чита	1,140

линии $t_c = 13$ ч, коэффициент использования трамвайных вагонов $K_n = 0,8$. Средний и капитальный ремонты вагонов выполняют на заводе, там же изготавливают новые запасные части и производят капитальный ремонт электрических машин, колесных пар с редукторами, электроаппаратуры. Расчет производственной программы. Для расчета производственного плана депо определяем следующие показатели. Среднегодовой пробег вагона

$$a_c = 365 K_n v, t_c = 365 \cdot 0,8 \cdot 17 \cdot 13 = 64\,532 \text{ км.}$$

Срок службы вагона

$$T_c = A_{ca}/a_c = 1\,200\,000/64\,532 = 17,4 \text{ года.}$$

Здесь A_{ca} — пробег вагона от постройки до полной амортизации, км. Суммарный годовой пробег всех вагонов

$$A_{гс} = a_c N_n = 64\,532 \cdot 100 = 6\,453\,200 \text{ км.}$$

Число капитальных ремонтов за год

$$N_{кр} = A_{гс}/A_{к} = 6\,453\,200/280\,000 = 23 \text{ ремонта.}$$

Здесь $A_{к}$ — пробег между капитальными ремонтами, км.

Число средних ремонтов за год

$$N_{ср} = A_{гс}/A_{ср} - N_{кр} = 6\,453\,200/140\,000 - 23 = 46 - 23 = 23 \text{ ремонта.}$$

Здесь $A_{ср}$ — пробег между средними ремонтами, км.

Число текущих ремонтов за год

$$N_m = A_{гс}/A_m - (N_{кр} + N_{ср}) = 6\,453\,200/70\,000 - (23 + 23) = 46 \text{ ремонтов.}$$

Здесь A_m — пробег между текущими ремонтами, км.

Число ревизионно-предупредительных ремонтов в год

$$N_{рп} = N_n K_n 365/D - (N_{кр} + N_{ср} + N_m) = 100 \cdot 0,8 \cdot 365/20 - (23 + 23 + 46) = 1368 \text{ ремонтов.}$$

Здесь D — число дней, через которое производится ремонт № 1.

Число кантовок тележек за год

$$N_{кт} = A_{гс}/A_{кт} - (N_{кр} + N_{ср} + N_{мр}) = 6\,453\,200/30\,000 - (23 + 23 + 46) = 123 \text{ ремонта.}$$

Здесь $A_{кт}$ — пробег между кантовками тележек, км.

Число контрольно-профилактических осмотров за год

$$N_0 = 100 \cdot 0,8 \cdot 365/7 - (23 + 23 + 46 + 1368) = 2711 \text{ осмотров.}$$

Здесь 7 — число дней, через которое выполняют осмотр № 0.

Число вагонов, которые должны пройти ежедневное обслуживание за год

$$N_{eo} = 100 \cdot 0,8 \cdot 365 - (23 + 23 + 46 + 1368 + 2711) = 25\,029 \text{ вагонов.}$$

Число случайных ремонтов с подъемкой кузова из расчета по 0,5 ремонта в год на инвентарный вагон

$$N_{сп} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ ремонтов.}$$

Число случайных ремонтов без подъемки кузова за год из расчета 0,5% всех вагонов в движении

$$N_{сб} = 100 \cdot 0,8 \cdot 365 \cdot 0,005 = 146 \text{ ремонтов.}$$

Число заявочных ремонтов за год из расчета 5% от всех вагоно-дней в движении

$$N_z = 100 \cdot 0,8 \cdot 365 \cdot 0,05 = 1460 \text{ ремонтов.}$$

Расчет производственных площадей (помещений) депо. Для выполнения производственного плана в депо предусматриваются: цех технического обслуживания (профилакторий), цех плановых ремонтов, производственные мастерские, вспомогательные и подсобные помещения (см. § 62). Организационную структуру депо принимаем согласно изложенным рекомендациям с некоторыми изменениями, так как депо не производит капитального и среднего ремонтов вагонов.

Принимается следующий режим работы ремонтных бригад в депо: ежедневное обслуживание выполняется в ночное время, заявочный ремонт — ежедневно, в том числе в выходные и праздничные дни, контрольно-профилактический осмотр — ежедневно, в том числе в выходные дни (кроме праздничных) в дневное время.

Остальные виды работ по ремонту и техническому обслуживанию трамвайных вагонов выполняются по рабочим дням и, как правило, в дневное время.

Расчет производственных помещений осуществляют на основе определения производственного плана депо и действующих норм продолжительности ремонтов и технического обслуживания (табл. 15).

Цех технического обслуживания рассчитывают на производство контрольно-профилактического осмотра поточным методом с четырьмя зонами на потоке (включая мойку).

Пропускная способность каждой ленты потока

$$N_{тo} = \Phi_{тo} N_n / T_{тo},$$

где $\Phi_{тo}$ — фонд рабочего времени ленты потока для выполнения осмотра, мин. При односменной работе и восьмичасовом рабочем дне $\Phi_{тo} = 8 \cdot 60 = 480$ мин;

$T_{тo}$ — время простоя поезда при осмотре на каждой зоне. При четырех зонах и нормированном простое 90 мин $T_{тo} = 90:4 = 22,5$ мин;

N_n — число вагонов в поезде $N_n = 1$.

Таким образом, $N_{тo} = 480 \cdot 1/22,5 = 21$ вагон.

Определяем число лент потока для контрольно-профилактического осмотра

$$N_{лп} = N_0 / (N_{тo} N_{рп}) = 2711 / (21 \cdot 357) = 0,36.$$

Здесь $N_{рп} = 365 - 8 = 357$ — число дней в году, когда производится контрольно-профилактический осмотр вагонов (по условиям задания осмотр производится во все рабочие и выходные дни, кроме праздничных).

Принимаем одну ленту потока для контрольно-профилактического осмотра.

Число вагономест потока проведения ревизионно-предупредительного ремонта

$$H_1 = P_1 T_1 / \Phi_1,$$

где P_1 — число ревизионно-предупредительных ремонтов в сутки, в нашем примере $P_1 = 5,4$;

T_1 — продолжительность ремонта в часах: $T_1 = 7$;

Φ_1 — фонд рабочего времени одного вагономеста для выполнения ревизионно-предупредительного ремонта. При односменной работе и восьмичасовом рабочем дне $\Phi_1 = 8$.

Тогда

$$H_1 = 5,4 \cdot 7/8 = 5 \text{ вагономест.}$$

Таблица 15

Вид технического обслуживания и ремонта	Единица измерения	Нормы продолжительности ремонта и технического обслуживания			
		троллей-буса	четырёх-осного трамвайного вагона	поезда из двух четырёхосных вагонов	двухосного трамвайного вагона с прицепом
Ежедневное обслуживание	мин	15...30	До 36*	До 40*	До 36*
Контрольно-профилактический осмотр	мин	60...80	90	150	120
Ревизионно-предупредительный ремонт	час	7...8	7	8	7
Малый ремонт	сут	6...9	7	—	8
Средний ремонт	сут	13...16	10	—	12
Капитальный ремонт I объема	сут	20...25	15...20	—	—
Капитальный ремонт II объема	сут	—	25...27	—	—

* Половина нормируемого времени отводится на уборку трамвайного вагона или троллейбуса, которую выполняют одновременно с осмотром, поэтому при расчете мест на смотровых канавах принимают норму продолжительности ЕО не более 18...20 мин, как правило, 10...15 мин.

Число вагономест для необходимого заявочного ремонта вагонов

$$H_3 = N_3 T_3 N_{\text{п}} / \Phi_3,$$

где N_3 — число вагонов, требующих заявочного ремонта в сутки, в нашем примере $N_3=4$;

T_3 — средняя продолжительность заявочного ремонта, мин, из практики $T_3=90$ мин;

Φ_3 — фонд рабочего времени одного места, располагаемый для работ по заявочному ремонту, мин. При круглосуточной работе за вычетом трех перерывов на обед: $\Phi_3=(24-3) \cdot 60=1260$ мин;

$N_{\text{п}}$ — число вагонов в поезде.

Находим $H_3=4 \cdot 90 \cdot 1 / 1260=0,3$ вагономеста, принимаем одно вагономесто.

Таким образом, для проведения контрольно-профилактического осмотра принимаем одну поточную канаву с размещением на ней четырех зон осмотра; для производства ревизионно-предупредительного ремонта и заявочного ремонта требуется $5+1=6$ вагономест — принимаем две канавы с размещением по четыре вагономеста. Следовательно, всего в цехе технического обслуживания нужно разместить три канавы.

Проверим возможность выполнения в ночной смене ежесуботного обслуживания всех вагонов при подготовке их к выпуску на линию.

Принимаем продолжительность работы в ночной смене семь часов, тогда при рабочем такте 15 мин через один поточный путь можно пропустить

$$N_{\text{ео}} = 7 \cdot 60 / 15 = 28 \text{ вагонов, а через три пути } 3N_{\text{ео}} = 3 \cdot 28 = 84,$$

что при суточном плане 69 вагонов удовлетворяет поставленной задаче.

Определяем габариты цеха ТО (рис. 172).

Ширина цеха ТО при трех путях

$$B = b_1 + b_2(n_0 - 1) + b_3 = 3,5 + 5,5(3 - 1) + 3,5 = 18 \text{ м,}$$

где b_1 — расстояние от продольной стены без проходов до оси пути, м (не менее 2,8 м);

b_2 — расстояние между осями путей, м (не менее 5 м);

b_3 — расстояние от оси пути до продольной стены цеха, имеющей проходную дверь, м (не менее 3,2 м);

n_0 — число канав.

Длина цеха ТО

$$L = L_1 + L_2.$$

Длина моечно-уборочного отделения

$$L_1 = 2(l_1 + l_2 + l_3) + l = 2(2,5 + 1,5 + 0,5) + 15 = 24 \text{ м,}$$

где l_1 — расстояние от торцевой стены до начала канавы (не менее 2 м);

$l_2 = 1,5$ м — горизонтальная проекция лестницы;

l_3 — расстояние от конца лестницы до торца вагона (не менее 0,5 м);

$l = 15$ м — длина современного четырехосного вагона (КТМ-5МЗ, ЛМ-68М, РВЗ-7).

Длина отделения технического осмотра и экипировки

$$L_2 = 2(l_1 + l_2 + l_3 + l_4) + 3l = 2(3 + 1,5 + 1 + 2) + 3 \cdot 15 = 60 \text{ м.}$$

Здесь l_4 — расстояние между вагонами в цехе ТО (не менее 1 м).

Полная длина цеха ТО

$$L = L_1 + L_2 = 24 + 60 = 84 \text{ м.}$$

Площадь цеха ТО

$$S_{\text{ТО}} = BL = 18 \cdot 84 = 1512 \text{ м}^2.$$

Примечание. Согласно СНиП длина и ширина цеха в метрах должны быть кратными шести.

Расчет площадей цеха текущего ремонта и малярного отделения производим из расчета выполнения в нем текущего ремонта, окраски, сушки и случайного ремонта вагонов.

Принимаем продолжительность текущего ремонта 4 сут, окраски и сушки 2 сут, случайного ремонта 2 сут и случайного ремонта с подъемкой кузова 2,5 сут. Тогда при годовой программе текущего ремонта 46 вагонов, случайного с подъемкой кузова 50 вагонов и без подъемки — 146 вагонов, при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями, т. е. при фонде рабочего време-

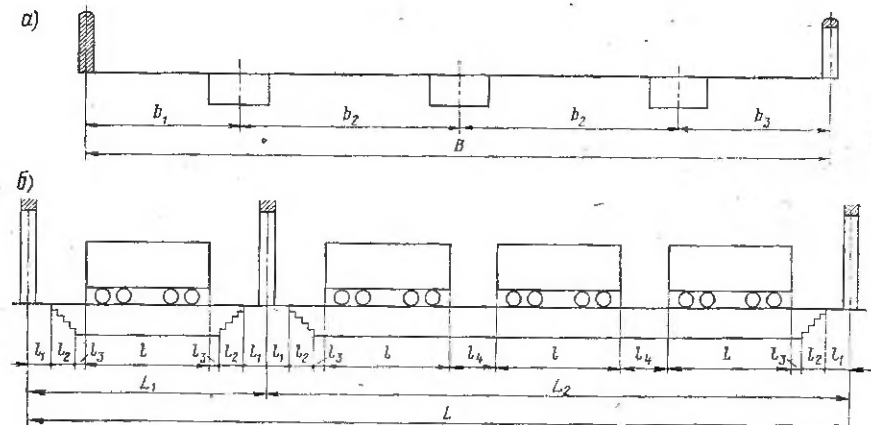


Рис. 172. Планировка цеха технического обслуживания трамвайного депо: а — поперечная; б — продольная

ни вагономеста $\Phi_p = 365 - 52 \cdot 2 - 8 = 253$ сут, число вагономест в цехе ремонта вагонов составит

$$H_p = \frac{46 \cdot 4 + 50 \cdot 2 + 146 \cdot 2,5}{253} = 2,6 \text{ вагономеста.}$$

Принимаем 3 вагономеста.

Для удобства маневрирования при постановке в случайные ремонты принимаем планировку цеха на две канавы, тогда его ширина будет 12 м, а длина $3 + 2 \cdot 15 + 3 = 36$ м; площадь цеха $36 \cdot 12 = 432 \text{ м}^2$.

В цехе установлено три комплекта домкратов, а на одном свободном вагономесте размещено отделение по ремонту тележек.

В малярном отделении потребуется $H_m = 46 \cdot 2 / 253 = 0,4$ вагономеста.

Принимаем одно вагономесто для окраски и сушильную камеру (одно вагономесто)

Расчет путей для вагонов. Число путей на открытой площадке

$$P_{оп} = \frac{N_{и} K_{в} - H_{то}}{H_{оп}} + 1,$$

где $N_{и}$ — число приписанных к депо вагонов (инвентарный парк);

$K_{в}$ — коэффициент выпуска вагонов на линию (0,8);

$H_{то}$ — число вагономест в цехе ТО (12);

$H_{оп}$ — число вагонов, устанавливаемых на одном отстойном пути (зависит от конфигурации земельного участка, составляет 12...24), принимаем 16 вагонов;

1 — обгонный путь.

Тогда $P_{оп} = \frac{100 \cdot 0,8 - 12}{16} + 1 = 5,3$ пути, принимаем 6 путей; каждый дли-

ной не менее $16 \cdot 15 + 2 \cdot 4 + 15 \cdot 1 = 263 \text{ м}$.

Площади производственных мастерских рассчитывают в зависимости от площади, занимаемой технологическим оборудованием, пользуясь поправочными коэффициентами, учитывающими проходы и транспортные проезды.

Технологическое оборудование производственных мастерских для депо эксплуатационного типа не рассчитывают, а выбирают в соответствии с его необходимостью при выполнении планируемых технологических процессов.

Площади вспомогательных и подсобных помещений определяют с учетом устанавливаемого в них оборудования и опытных поправочных коэффициентов для обеспечения нормальных условий работы обслуживающего персонала.

Требования к объемно-планировочным решениям, к несущим и ограждающим конструкциям, а также размеры пролетов и шаги колонн вспомогательных и подсобных помещений, размещаемых в производственных зданиях, должны соответствовать СНиП II-41—76 «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».

Площади, объемно-планировочные решения административно-бытовых помещений, помещений общественных организаций, пунктов питания, здравпунктов и прачечных следует определять, руководствуясь СНиП II-92—76 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования».

При проектировании депо и ремонтных заводов надлежит руководствоваться СНиП II-A.5—70 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. Раздел А», СНиП II-30—76 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Нормы проектирования»; СНиП II-33—75 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования»; СНиП II-A.8—72 «Естественное освещение. Нормы проектирования»; СНиП II-A.9—71 «Искусственное освещение. Нормы проектирования»; СНиП II-104—76 «Складские здания и сооружения общего назначения. Нормы проектирования»; Правилами устройства электроустановок потребителей; Правилами техники безопасности на городском электротранспорте. Раздел: трамвайные вагоны, троллейбусы, депо и ремонтные мастерские, а по общей методике расчета «Временными техническими условиями и нормами проектирования трамвайных депо, мастерских и вагоноремонтных заводов» и «Временными техническими условиями и нормами проектирования депо и ремонтных заводов троллейбусов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондаревский Д. И., Черток М. С., Пономарев А. А. Трамвайные вагоны РВЗ-6М2 и КТМ-5М3. М., Транспорт, 1975. 256 с.
Ефремов И. С. Троллейбусы. Высшая школа, 1969, 488 с.
Резник М. Я., Кулаков Б. М. Трамвайный вагон ЛМ-68. М., Транспорт, 1977. 192 с.
Иванов М. Д., Пономарев А. А., Иеропольский Б. К. Трамвайные вагоны Т-3. М., Транспорт, 1977. 240 с.
Коган Л. Я., Корягина Е. Е., Белостоцкий И. А. Устройство и эксплуатация троллейбуса. М., Высшая школа, 1975, 343 с.
Томилин А. И. Организация движения трамвая и троллейбуса. М., Стройиздат, 1969. 240 с.
Троллейбус пассажирский ЗИУ-682Б/Г. В. Вишник, И. Г. Осипов, В. И. Шабалин и др. М., Транспорт, 1977. 208 с.

От авторов	3
----------------------	---

Глава I

Общие сведения о городском пассажирском транспорте

§ 1. Роль общественного пассажирского транспорта в современном городе	6
§ 2. Преимущества городского электротранспорта по сравнению с автобусом и перспективы его развития	7

Глава II

Типы трамвайных вагонов и троллейбусов, основные характеристики и техническая документация

§ 3. Типы и основные характеристики трамвайных вагонов	10
§ 4. Типы и основные характеристики троллейбусов	13
§ 5. Техническая документация	15

Глава III

Кузова и кузовное оборудование

§ 6. Конструкции кузовов трамвайных вагонов	16
§ 7. Конструкции кузовов троллейбусов	20
§ 8. Шасси троллейбуса	24
§ 9. Отопление и вентиляция	26
§ 10. Сцепные (тяговые) приборы	29
§ 11. Песочницы трамвайных вагонов	31
§ 12. Предохранительные устройства на трамвайных вагонах	32
§ 13. Двери и их привод	33
§ 14. Стеклоочиститель и его привод	37
§ 15. Сигнальные приборы	38

Глава IV

Тележки трамвайных вагонов

§ 16. Типы тележек	39
§ 17. Продольные и поперечные балки	41
§ 18. Назначение и устройство колесных пар	44
§ 19. Рессорное подвешивание	47
§ 20. Передаточные механизмы трамвайных вагонов	51

Глава V

Ходовая часть троллейбусов

§ 21. Передний мост	65
§ 22. Задний мост	67
§ 23. Передаточные механизмы	70
§ 24. Колеса и шины	75
§ 25. Подвеска троллейбусов	76
§ 26. Рулевое управление. Пневматический и гидравлический усилители руля	80

Глава VI
Механические тормозные устройства трамвайных вагонов и троллейбусов

§ 27. Барабанный колодочный тормоз трамвайных вагонов	91
§ 28. Барабанный колодочный тормоз троллейбусов	99
§ 29. Рельсовый электромагнитный тормоз	101

Глава VII

Пневматическое оборудование и пневмоприводы

§ 30. Агрегаты для получения сжатого воздуха	105
§ 31. Воздушные резервуары и тормозные цилиндры	107
§ 32. Регуляторы давления	111
§ 33. Предохранительный, обратный и редукционный клапаны	114
§ 34. Тормозные краны водителя	118
§ 35. Пневматические приводы дверей, стеклоочистителей, звонка, предохранительной сетки и песочниц	121
§ 36. Системы пневматических тормозов. Пневматические схемы трамвайных вагонов и троллейбусов	124

Глава VIII

Пневматическое центральное подвешивание

§ 37. Пневмоподвеска трамвайных вагонов и троллейбусов	127
§ 38. Пневматические аппараты пневмоподвески	129

Глава IX

Системы управления трамвайными вагонами, троллейбусами и требования, предъявляемые к электрооборудованию

§ 39. Системы непосредственного и косвенного управления	132
§ 40. Классификация электрических цепей и требования, предъявляемые к электрооборудованию	134

Глава X

Электрические машины

§ 41. Тяговые двигатели	137
§ 42. Вспомогательные электрические машины	147

Глава XI

Электрические аппараты силовых цепей

§ 43. Токоприемники	151
§ 44. Контроллеры управления, реостатные контроллеры и ускоритель	160
§ 45. Контактторы	165
§ 46. Пусковые, тормозные, регулировочные реостаты, резисторы и индуктивные шунты	168
§ 47. Аппараты защиты	173

Глава XII

Электрические аппараты цепей управления и вспомогательных цепей

§ 48. Контроллеры управления	177
§ 49. Аккумуляторная батарея и статический преобразователь	181
§ 50. Реле и прочее низковольтное оборудование	183
§ 51. Вспомогательное электрическое оборудование	195

Глава XIII

Схемы электрических цепей трамвайных вагонов и троллейбусов

§ 52. Общие понятия об электрических схемах	201
§ 53. Схемы силовых цепей трамвайных вагонов с непосредственной системой управления	202

§ 54. Схемы силовых цепей трамвайных вагонов с косвенной системой управления и различными конструкциями тяговых двигателей	204
§ 55. Работа трамвайных вагонов по системе многих единиц	216
§ 56. Схемы силовых цепей троллейбусов	218
§ 57. Схемы силовых цепей троллейбусов при электрическом торможении	222
§ 58. Токи утечки на троллейбусах. Причины их возникновения и способы обнаружения	224

Глава XIV

Виды технического обслуживания и ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов

§ 59. Системы ремонтов	227
§ 60. Правила ремонта (Руководство по ремонту) в депо и на заводах	231

Глава XV

Депо и линейные сооружения

§ 61. Трамвайные и троллейбусные депо и их оснащение.	236
§ 62. Линейные сооружения	251

Глава XVI

Ремонтные мастерские и заводы

§ 63. Мастерские и заводы для ремонта трамвайных вагонов и троллейбусов	257
§ 64. Основы проектирования депо и ремонтных заводов	258

Список литературы	269
-----------------------------	-----

*Александр Александрович Пономарев,
Борис Константинович Иеропольский*

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И СООРУЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Редактор Н. А. Голованова

Переплет художника Г. П. Казаковцева

Технический редактор Л. А. Кульбачицкая

Корректор Т. В. Титова

ИБ № 1703

Сдано в набор 19.03.81. Подписано в печать 26.10.81. Т-27386. Формат 60×90¹/₁₆.
Бум тип. № 3. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 17.
Усл. кр.-отт. 17,26. Уч.-изд. л. 19,16. Тираж 5000 экз. Заказ 1916. Цена 70 коп.
Изд. № 1-1-2/5 № 9754.
Издательство «ТРАНСПОРТ», 107174, Москва, Басманный туп., 6а.
